

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-146915

(43)Date of publication of application : 20.05.2004

(51)Int.Cl.

H04L 12/66

H04L 12/56

(21)Application number : 2002-306868

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 22.10.2002

(72)Inventor : SASAGAWA YASUSHI

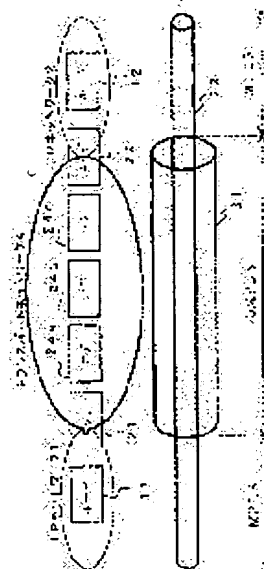
(54) METHOD AND APPARATUS FOR INTERCONNECTING NETWORKS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method of easily interconnecting an MPLS network and a GMPLS network.

SOLUTION: IP networks 1, 2 comprises their respective routers 11, 12 supporting an MPLS. A transport network 4 comprises core units 24a-24c supporting a GMPLS. Edge units 21, 22 each supporting both the MPLS and the GMPLS are provided in the boundaries between the IP networks 1, 2 and the transport network 4. A path 31 based on the GMPLS is set up between the edge units 21 and 22. A path 32 based on the MPLS is set up between the routers 11 and 12. The path 32 tunnels the path 31.

第1の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-146915

(P2004-146915A)

(43) 公開日 平成16年5月20日(2004.5.20)

(51) Int. Cl.⁷

H04L 12/66

H04L 12/56

F I

H04L 12/66

H04L 12/56

E

100Z

テーマコード (参考)

5K030

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 34 頁)

(21) 出願番号

特願2002-306868 (P2002-306868)

(22) 出願日

平成14年10月22日(2002.10.22)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(74) 代理人 100074099

弁理士 大冢 義之

(74) 代理人 100067987

弁理士 久木元 彰

(72) 発明者 笹川 靖

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

Fターム(参考) 5K030 GA01 HA08 HD03 HD05 LB05

(54) 【発明の名称】 ネットワークを相互に接続する方法、及びそのための装置

(57) 【要約】

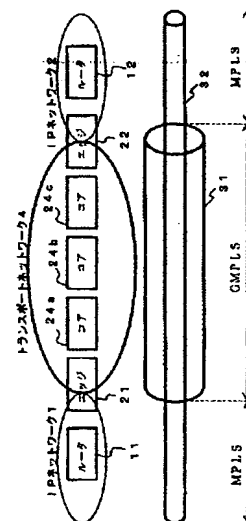
【課題】 MPLSネットワークとGMPLSネットワークとの間を容易に相互に接続する方法を提供する。

【解決手段】 IPネットワーク1、2は、それぞれ、MPLSをサポートするルータ装置11、12を備える。トランスポートネットワーク4は、GMPLSをサポートするコア装置24a～24cを備える。IPネットワーク1、2とトランスポートネットワーク4との境界には、それぞれ、MPLSおよびGMPLSの双方をサポートするエッジ装置21、22が設けられている。エッジ装置21、22間にGMPLSによるパス31が設定される。ルータ装置11、12間には、MPLSによるパス32が設定される。パス32は、パス31をトンネリングする。

【選択図】

図2

第1の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

G M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする G M P L S ネットワークを介して、M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする第 1 および第 2 の M P L S ネットワークを相互に接続する方法であって、
上記 G M P L S ネットワークと上記第 1 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 1 のエッジノードと上記 G M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 2 のエッジノードとの間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 1 のパスを設定し、
上記第 1 の M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの間に、上記 M P L S のシグナリングプロトコルを利用して上記第 1 のパスをトンネリングする第 2 のパスを設定する
ことを特徴とするネットワーク接続方法。

【請求項 2】

G M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする G M P L S ネットワークを介して、M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする第 1 および第 2 の M P L S ネットワークを相互に接続する方法であって、
上記 G M P L S ネットワークと上記第 1 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 1 のエッジノードと上記 G M P L S ネットワーク内に設けられているコア装置との間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 1 のパスを設定し、
上記 G M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 2 のエッジノードと上記コア装置との間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 2 のパスを設定し、
上記第 1 のエッジノードと上記第 2 のエッジノードとの間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して上記第 1 のパスおよび第 2 のパスをトンネリングする第 3 のパスを設定し、
上記第 1 の M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの間に、上記 M P L S のシグナリングプロトコルを利用して上記第 3 のパスをトンネリングする第 4 のパスを設定する
ことを特徴とするネットワーク接続方法。

【請求項 3】

G M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする G M P L S ネットワークを介して、M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする第 1 および第 2 の M P L S ネットワークを相互に接続する方法であって、
上記 G M P L S ネットワークと上記第 1 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 1 のエッジノードと上記 G M P L S ネットワーク内に設けられているコア装置との間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 1 のパスを設定し、
上記 G M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 2 のエッジノードと上記コア装置との間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 2 のパスを設定し、
上記第 1 の M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの間に、上記 M P L S のシグナリングプロトコルを利用して上記第 1 のパスおよび第 2 のパスをトンネリングする第 3 のパスを設定する
ことを特徴とするネットワーク接続方法。

【請求項 4】

G M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする G M P L S ネットワークと M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする M P L S ネットワークとの境界に設けられるエッジ装置であって、
上記 G M P L S のシグナリングプロトコルにより設定される第 1 のパスを識別する情報を格納する第 1 の格納手段と、

上記MPLSのシグナリングプロトコルにより設定される第2のパスを識別する情報を格納する第2の格納手段と、

上記第2のパスが上記第1のパスをトンネリングするように、上記第1の格納手段に格納されている情報と上記第2の格納手段に格納されている情報とを対応づけるリンク手段と、

を有するエッジ装置。

【請求項5】

MPLSのシグナリングプロトコルをサポートするMPLSネットワークに接続するGMPLSのシグナリングプロトコルをサポートするGMPLSネットワーク内に設けられるコア装置であって、

10

MPLSのシグナリング処理を実行する制御手段と、

GMPLSのデータプレーンの信号を終端し、その終端した信号からMPLSのシグナリングメッセージを検出する回線終端手段と、

上記検出されたシグナリングメッセージを上記処理手段に導くと共に、上記処理手段においてMPLSのシグナリング処理を実行することにより得られるシグナリングメッセージを上記回線終端手段に導くスイッチ手段と、

を有するコア装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、ネットワーク間を接続する方法およびそのための装置に係わり、特に、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとの間を接続する方法およびそのための装置に係わる。

【0002】

【従来の技術】

現在、IETF (Internet Engineering Task Force) のMPLSワーキンググループにおいて、MPLS (Multi Protocol Label Switching) の標準化作業が行われており、その基本的機能は既に概ね決まっている。

【0003】

30

MPLSは、イントラネット及びインターネットのバックボーン用の高速データ転送、負荷分散、帯域制御を実現するための基盤技術である。具体的には、MPLSは、IPレイヤ (レイヤ3) におけるルーティング処理と、ATM、フレームリレー、イーサネット (R) 等の下位レイヤ (レイヤ2) におけるスイッチング処理とを融合する技術であって、IPパケットに「ラベル」を付与し、その「ラベル」を利用してレイヤ2におけるフォワーディングを行うものである (例えば、特許文献1参照)。

【0004】

また、IETF、ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication standardization sector)、OIF (Optical Internet networking Forum) などにおいて、上述のMPLSを光ネットワーク/トランスポートネットワークに適用した技術であるGMPLS (Generalized MPLS) の標準化作業が進められている。GMPLSでは、たとえば、MPLSの「ラベル」として、光信号を伝送するための波長を表す情報が使用される (例えば、特許文献1参照)。

40

【0005】

GMPLSは、MPLSを拡張した技術である。すなわち、図24に示すように、MPLSでは、PSC (Packet Switch Capable) インタフェース、およびL2SC (Layer 2 Switch Capable) インタフェースがサポートされている。これに対して、GMPLSでは、PSCインタフェース、L2SCインタフェースに加えて、TDM (Time Division Multiplex Cap

50

able) インタフェース、LSC (Lambda Switch Capable) インタフェース、FSC (Fiber Switch Capable) インタフェースなどがサポートされている。

【0006】

このように、GMPLSは、MPLSがサポートしているPSCインタフェースおよびL2SCインタフェースをサポートする。従って、GMPLSを利用してラベルの設定を行えば、図25に示すように、MPLSを利用することなく、所望のパス(LSP: Label Switched Path)を構築することができる。すなわち、MPLSを使用することなく、GMPLSのみによって、IPベースのオペレーションで統合してトランスポートネットワークおよびIPネットワークを制御/運用/管理を行うことが可能になる。

【0007】

【特許文献1】

特願平13-256635 (段落0002～段落0013、図18～図19、段落0146～段落0147)

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、IPネットワークにおいては、既に、MPLSをサポートするルータ装置が広く普及している。一方、MPLSは、トランスポートネットワークにおけるパスの設定を行う機能(上述のFSC、LSC、TDMなど)を備えていない。このため、トランスポートネットワークおよびMPLSをサポートするルータ装置が使用されているIPネットワークをIPベースのオペレーションで統合して制御/運用/管理するためには、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとを相互に接続する必要が生じる。

【0009】

ここで、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとを相互に接続する場合、PSCインタフェースおよびL2SCインタフェースに関しては、MPLSのシグナリングによりラベルスイッチパス(LSP: Label Switched Path)を設定することもできるし、GMPLSのシグナリングによりラベルスイッチパスを設定することもできる。

【0010】

しかし、MPLSのシグナリングプロトコルおよびGMPLSのシグナリングプロトコルは、互いに同じではない。具体的には、MPLSでは、以下のシグナリングプロトコルが使用される

LDP: Label Distribution Protocol

RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels

CR-LDP: Constraint-Based LSP Setup using LDP

一方、GMPLSでは、RSVP-TEを拡張したプロトコル、およびCR-LDPを拡張したプロトコルが使用されるが、LDPは使用されない。したがって、MPLSにおいてシグナリングプロトコルとしてLDPが使用されている場合には、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとを相互に接続できなかった。あるいは、それらを相互に接続するためには、様々な複雑な処理が必要になることが予想される。

【0011】

したがって、図26に示すように、MPLSをサポートする既存のIPネットワーク間を、GMPLSをサポートするトランスポートネットワークを介して接続することは困難であった。

【0012】

また、図27に示すように、MPLSにおいては、データを伝送するためのデータプレーンと制御情報を伝送するための制御プレーンとが分離されてないが、GMPLSでは、そ

これらのプレーンが互いに完全に分離されている。従って、このことも、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとの相互接続を困難にしている。

【 0 0 1 3 】

本発明の課題は、互いに異なるプロトコルをサポートするネットワーク間を相互に接続する方法、およびそのための装置を提供することである。特に、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとの間を容易に相互に接続する方法、およびそのための装置を提供することである。

【 0 0 1 4 】

【課題を解決するための手段】

本発明のネットワーク接続方法は、GMPLSのシグナリングプロトコルをサポートするGMPLSネットワークを介して、MPLSのシグナリングプロトコルをサポートする第1および第2のMPLSネットワークを相互に接続する方法であって、上記GMPLSネットワークと上記第1のMPLSネットワークとの境界に設けられている第1のエッジノードと上記GMPLSネットワークと上記第2のMPLSネットワークとの境界に設けられている第2のエッジノードとの間に上記GMPLSのシグナリングプロトコルを利用して第1のパスを設定し、上記第1のMPLSネットワークと上記第2のMPLSネットワークとの間に上記MPLSのシグナリングプロトコルを利用して上記第1のパスをトンネリングする第2のパスを設定する。

【 0 0 1 5 】

この方法によれば、MPLSネットワーク間を接続する第2のパスは、GMPLSネットワーク上に確立されている第1のパスをトンネリングするように設定されるので、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとを接続するときに、MPLSネットワークを構成する装置とGMPLSネットワークを構成する装置との間でシグナリングメッセージを送受信する必要がない。したがって、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとを容易に接続することが可能になる。

【 0 0 1 6 】

本発明の他の態様の接続方法は、上記GMPLSネットワークを介して上記第1および第2のMPLSネットワークを相互に接続する方法であって、上記GMPLSネットワークと上記第1のMPLSネットワークとの境界に設けられている第1のエッジノードと上記GMPLSネットワーク内に設けられているコア装置との間に上記GMPLSのシグナリングプロトコルを利用して第1のパスを設定し、上記GMPLSネットワークと上記第2のMPLSネットワークとの境界に設けられている第2のエッジノードと上記コア装置との間に上記GMPLSのシグナリングプロトコルを利用して第2のパスを設定し、上記第1のエッジノードと上記第2のエッジノードとの間に上記GMPLSのシグナリングプロトコルを利用して上記第1のパスおよび第2のパスをトンネリングする第3のパスを設定し、上記第1のMPLSネットワークと上記第2のMPLSネットワークとの間に、上記MPLSのシグナリングプロトコルを利用して上記第3のパスをトンネリングする第4のパスを設定する。

【 0 0 1 7 】

この方法によれば、第3のパスは、第1のパスおよび第2のパスをトンネリングする。すなわち、第3のパスは、第1のエッジ装置とコア装置とを接続すると共に、そのコア装置と第2のエッジ装置とを接続する。したがって、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとを接続できると共に、このコア装置が第3のパスを介して伝送される信号を終端することができる。すなわち、このコア装置は、第3のパスに対応するレイヤのサービスを提供することができる。特に、第3のパスおよび第4のパスが同じレイヤのパスであれば、このコア装置は、MPLSネットワークにおいて提供されるサービスと同じサービスを提供することが可能になる。

【 0 0 1 8 】

本発明のさらに他の態様の接続方法は、上記GMPLSネットワークを介して上記第1および第2のMPLSネットワークを相互に接続する方法であって、上記GMPLSネット

ワークと上記第1のMPLSネットワークとの境界に設けられている第1のエッジノードと上記GMPLSネットワーク内に設けられているコア装置との間に上記GMPLSのシグナリングプロトコルを利用して第1のパスを設定し、上記GMPLSネットワークと上記第2のMPLSネットワークとの境界に設けられている第2のエッジノードと上記コア装置との間に上記GMPLSのシグナリングプロトコルを利用して第2のパスを設定し、上記第1のMPLSネットワークと上記第2のMPLSネットワークとの間に上記MPLSのシグナリングプロトコルを利用して上記第1のパスおよび第2のパスをトンネリングする第3のパスを設定する。

【0019】

この方法によれば、第3のパスは、第1のMPLSネットワークとコア装置とを接続すると共に、そのコア装置と第2のMPLSネットワークとを接続する。したがって、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとを接続できると共に、上記他の態様の方法よりも簡単な手順および構成で、GMPLSネットワーク内の予め決められたコア装置が第3のパスに対応するレイヤのサービスを提供できる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

図1は、本発明に係わるネットワークの構成を示す図である。ここでは、IPネットワーク1～3がトランスポートネットワーク4を介して互いに接続されている状態が描かれている。

【0021】

IPネットワーク1～3は、それぞれ、複数のルータ装置を備えており、IPパケットを転送する。なお、ここでは、IPネットワーク1、2、3に設けられる任意のルータ装置を、それぞれ、ルータ装置11、12、13と呼ぶことにする。

【0022】

IPネットワーク1～3に設けられるルータ装置は、それぞれ、MPLSをサポートする。すなわち、IPネットワーク1～3は、それぞれ、MPLSネットワークである。ここで、MPLSは、RFC3031において規定されているラベルスイッチング技術（あるいは、ラベル転送技術）である。また、「MPLSをサポートする」とは、少なくともMPLSのシグナリングプロトコルをサポートすることを意味する。なお、MPLSネットワークでは、データを伝送するためのデータプレーンと、制御情報を伝送するための制御プレーンとが互いに分離されてない。

【0023】

トランスポートネットワーク4は、トランスポートレイヤの通信サービスを提供するネットワーク、あるいは、IPレイヤまたはパケットレイヤよりも低いレイヤの通信サービスを提供するネットワークであって、複数の通信ノードを備えている。なお、ここでは、このトランスポートネットワーク4と、IPネットワーク1、2、3との境界に設けられる通信ノードのことを、それぞれエッジ装置21、22、23と呼ぶことにする。また、トランスポートネットワーク4においてエッジ装置以外の通信ノードのことを、コア装置と呼ぶことにする。図1では、複数のコア装置の中の任意の1つがコア装置24として描かれている。

【0024】

エッジ装置21、22、23は、それぞれ、MPLS及びGMPLSの双方をサポートする。また、コア装置24は、GMPLSをサポートする。すなわち、トランスポートネットワーク4は、GMPLSネットワークである。ここで、GMPLSは、MPLSをトランスポート層に拡張した技術である。また、「GMPLSをサポートする」とは、少なくともGMPLSのシグナリングプロトコルをサポートすることを意味する。なお、GMPLSネットワークでは、データを伝送するためのデータプレーンと、制御情報を伝送するための制御プレーンとが互いに分離されている。

第1の実施形態

図2は、第1の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図である。ここで、ルータ装置11およびルータ装置12は、上述したように、それぞれ、MPLSをサポートするIPルータである。また、エッジ装置21は、IPネットワーク1とトランスポートネットワーク4との境界に設けられるエッジ装置であり、エッジ装置22は、IPネットワーク2とトランスポートネットワーク4との境界に設けられるエッジ装置である。そして、エッジ装置21およびエッジ装置22は、それぞれ、MPLSおよびGMPLSの双方をサポートする。さらに、コア装置24a~24cは、それぞれ、図1に示したコア装置24に相当する通信のードであり、GMPLSをサポートする。

【0025】

上記ネットワークシステムにおいて、エッジ装置21とエッジ装置22との間には、GMPLSのシグナリングにより、コア装置24a~24cを経由するパス31が設定される。ここで、パス31は、例えば、GMPLSのLSC(Lambda Switch Capable)により設定されるλパス(波長パス)である。なお、λパスは、信号を伝送する光の波長が「ラベル」として使用されるラベルスイッチパスである。

【0026】

パス31は、λパスに限定されるものではなく、GMPLSのシグナリングにより設定される他の種類のパスであってもよい。すなわち、パス31は、たとえば、信号を伝送する光ファイバがラベルとして使用されるパス(GMPLSのFSC(Fiber Switch Capable)により実現される)であってもよい。また、パス31は、時分割多重伝送において信号を伝送するタイムスロットがラベルとして使用されるパス(GMPLSのTDM(Time Division Multiplex Capable)により実現される)であってもよい。さらに、パス31は、GMPLSのPSC(Packet Switch Capable)またはL2SC(Layer 2 Switch Capable)により設定されるラベルにより識別されるパスであってもよい。

【0027】

また、ルータ装置11とルータ装置12との間には、MPLSのシグナリングにより、パス31の中にパス32が設定される。ここで、パス32は、例えば、MPLSのパケットレイヤのラベルスイッチパスである。

【0028】

このように、第1の実施形態の接続方法によれば、GMPLSネットワーク上でエッジノード間に第1のパスが設定され、さらにその第1のパスの中にMPLSネットワーク間を接続する第2のパスが設定されるので、GMPLSのシグナリングプロトコルをサポートしないIPネットワークどうしが、GMPLSネットワークを介して相互に接続される。

【0029】

図3は、第1の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図である。ここでは、図2に示したパスを設定するためのシーケンスについて説明する。なお、エッジ装置21、22間にλパスを設定する際に使用されるプロトコルは、GMPLSのRSVP-TE(Resource Reservation Protocol with Traffic Engineering Extensions)であるものとする。また、ルータ装置11、12間にラベルスイッチパスを設定する際に使用されるプロトコルは、MPLSのラベル配布プロトコル(LDP: Label Distribution Protocol)のDownstream Unsolicited Ordered Controlモードであるものとする。

【0030】

まず、エッジ装置21からエッジ装置22に対して、λパスの設定を要求するためのパスメッセージが送信される。このとき、このパスメッセージは、コア装置24a、24b、24cを介してエッジ装置22へ転送される。エッジ装置22は、上記パスメッセージを受信すると、コア装置24cとエッジ装置22との間で信号を伝送するための波長を決定し、その波長を通知するための予約メッセージ(Resv)をコア装置24cへ送信する。同様に、コア装置24c、コア装置24b、コア装置24aは、それぞれ、対応する波

長を通知するための予約メッセージを作成してコア装置 2 4 b、コア装置 2 4 a、エッジ装置 2 1 へ送信する。なお、GMPLS では、信号を双方向に伝送するために 1 組の双方向パスを設定することが出来る。この場合、エッジ装置 2 1、コア装置 2 4 a、コア装置 2 4 b、コア装置 2 4 c は、エッジ装置 2 2 からエッジ装置 2 1 へ向かう方向のパスに対して、それぞれ、対応する波長を通知するオブジェクトを含むパスメッセージ (Path-Conf) を、コア装置 2 4 a、コア装置 2 4 b、コア装置 2 4 c、エッジ装置 2 2 へ送信する。ここで、エッジ装置 2 1、コア装置 2 4 a、2 4 b、2 4 c が送信する予約確認メッセージは、特に、エッジ装置 2 2 からエッジ装置 2 1 へ向かう方向のパスの設定を確認するために使用される。また、GMPLS では、エッジ装置 2 1、2 2、コア装置 2 4 a ~ 2 4 c は、基本的に、受信メッセージに対応する了解メッセージ (Ack) を返送する。 10

【 0 0 3 1 】

上記シーケンスにおいて、エッジ装置 2 1、2 2、コア装置 2 4 a、2 4 b、2 4 c は、予約メッセージまたは予約確認メッセージを受信すると、そのメッセージに従って、パケットまたは信号を転送する際に参照する各種テーブルを更新する。そして、これにより、エッジ装置 2 1 とエッジ装置 2 2 との間に入パスが確立される。なお、これらのテーブルについては、後で説明する。

【 0 0 3 2 】

続いて、ルータ装置 1 2 からルータ装置 1 1 に対して、MPLS のシグナリングによりラベルスイッチパスの設定を要求するためのラベルマッピングメッセージが送信される。ここで、このラベルマッピングメッセージは、パケットに付与すべきラベルを指示する情報を通知するためのメッセージである。この場合、ルータ装置 1 2 から送信されたラベルマッピングメッセージは、エッジ装置 2 2、エッジ装置 2 1 を経由して、ルータ装置 1 1 へ送られる。このとき、このメッセージは、コア装置 2 4 a ~ 2 4 c によっては終端されない。 20

【 0 0 3 3 】

上記シーケンスにおいて、ルータ装置 1 1、1 2、エッジ装置 2 1、2 2 は、ラベルマッピングメッセージに従って、パケットを転送する際に参照する各種テーブルを更新する。そして、これにより、ルータ装置 1 1 とルータ装置 1 2 とを接続する MPLS によるラベルスイッチパスが、上述の GMPLS による入パスの中に確立される。すなわち、LSP トンネリングにより、GMPLS の入パスと MPLS のラベルスイッチパスとが階層的に構築されるので、入パスを設定するための GMPLS の RSVP-TE シグナリングプロトコルとラベルスイッチパスを設定するための MPLS のラベル配布プロトコルとが独立して動作することが出来る。よって、MPLS ネットワークと GMPLS ネットワークとを接続するために複雑な処理が必要になることはない。 30

【 0 0 3 4 】

このように、第 1 の実施形態では、MPLS のみをサポートする装置 (実施例では、ルータ装置 1 1、1 2) と、GMPLS のみをサポートする装置 (実施例では、コア装置 2 4 a ~ 2 4 c) との間でシグナリングメッセージを授受することがない。このため、MPLS のシグナリングプロトコルと GMPLS のシグナリングプロトコルとの相互接続性が保証されていないにもかかわらず、MPLS ネットワークと GMPLS ネットワークとを接続することが可能になる。 40

【 0 0 3 5 】

なお、入パスの設定のトリガは、特に限定されるものではないが、例えば、エッジ装置 2 1 が、エッジ装置 2 1 からエッジ装置 2 2 への入パスを設定することが出来るか否かをトポロジ情報を参照して調べ、そのような入パスを設定できると判断できたときに図 3 に示すシーケンスを開始するようにしてもよい。また、MPLS のラベルスイッチパスの設定のトリガは、特に限定されるものではないが、例えば、ルータ装置 1 2 に Egress ラベル広告ポリシーが設定されたときに図 3 に示すシーケンスを開始するようにしてもよい。

【 0 0 3 6 】

図 4 および図 5 は、IP ネットワークとトランスポートネットワークとの境界に設けられるエッジ装置が備えるテーブルの例である。なお、これらのテーブルは、パケットまたは信号を転送する際に参照される。

【 0 0 3 7 】

図 4 は、IP ネットワークからトランスポートネットワークへ流入するパケットを処理する際に参照されるテーブルである。図 4 において、入力ラベルマッピングテーブル 4 1 は、エントリ毎に、「ラベル値」および「ポインタ」を管理する。ここで、「ラベル値」は、例えば、MPLS のラベル配布プロトコルにより配布される。また、「ポインタ」は、「ラベル値」に対応する情報を格納する領域を指し示す。

【 0 0 3 8 】

ラベルフォワーディングテーブル 4 2 は、エントリ毎に、「ラベル操作」「出力論理ポート」「出力ラベル」「優先度情報」を管理する。「ラベル操作」は、スワップ（入力ラベルを出力ラベルに書き換える操作）、プッシュ（ラベルを追加する操作）、ポップ（ラベルを削除する操作）を識別する。なお、この実施例では、「スワップ」が設定されるものとする。「出力論理ポート」は、受信したパケットを出力すべき論理ポートを識別する。「出力ラベル」は、出力パケットに付与すべきラベル値であって、MPLS のラベル配布プロトコルにより配布される。「優先度情報」としては、例えば、ネゴシエーション等により予め決められている QoS 値が書き込まれる。

【 0 0 3 9 】

波長 LSP 管理テーブル 4 3 は、エントリ毎に、「論理ポート番号」「種別」「出力ラベル」「出力論理ポート」を管理する。「論理ポート番号」は、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 の「出力論理ポート」により指し示される識別番号である。「種別」は、GMPLS により設定されるパスの種別（FSC、LSC、TDM、L2SC、PSC など）を識別する。なお、この実施例では、エッジ装置 2 1、2 2 間に λパスが設定されるので、「LSC」が設定されている。「出力ラベル」は、出力パケットに付与すべきラベル値である。ただし、この実施例では、λパスが設定されるので、「ラベル」として「信号を伝送するための波長」が設定されている。なお、この波長を表す情報（波長情報または波長ラベル）は、図 3 に示す実施例では GMPLS の予約メッセージ（Resv）またはパスメッセージ（Path-Conf）により通知される。「出力論理ポート」は、信号を出力すべきポートを識別する。

【 0 0 4 0 】

上記テーブルを備えるエッジ装置は、IP ネットワークからパケットを受信すると、そのパケットに付与されているラベル（入力ラベル）をキーとして入力ラベルマッピングテーブル 4 1 からポインタを取り出し、そのポインタに従ってラベルフォワーディングテーブル 4 2 にアクセスする。続いて、エッジ装置は、受信パケットに付与されているラベル（入力ラベル）を、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 に登録されている出力ラベルに書き換える。また、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 に登録されている出力論理ポートに従って、波長 LSP 管理テーブル 4 3 にアクセスする。さらに、エッジ装置は、ラベルを書き換えたパケットを、波長 LSP 管理テーブル 4 3 に登録されている出力ポートを介して、波長 LSP 管理テーブル 4 3 に登録されている波長を用いて送信する。

【 0 0 4 1 】

図 5 は、トランスポートネットワークから IP ネットワークへ流出するパケットを処理する際に参照されるテーブルである。図 5 において、入力波長ラベルマッピングテーブル 4 4 は、エントリ毎に、「入力ポート／波長ラベル」および「ポインタ」を管理する。「入力ポート／波長ラベル」には、GMPLS の予約メッセージ（Resv）またはパスメッセージ（Path-Conf）により配布された値が書き込まれる。また、「ポインタ」は、「入力ポート／波長ラベル」に対応する情報を格納する領域を指し示す。

【 0 0 4 2 】

波長ラベルフォワーディングテーブル 4 5 は、「ラベル操作」および「出力論理ポート」を管理する。「ラベル操作」は、信号を伝送する波長を処理するための情報であって、ト

10

20

30

40

50

ランスポートネットワークからIPネットワークへ流出するパケットを処理するエッジ装置においては、「ポップ」が登録されている。また、「出力論理ポート」には、受信パケットに付与されている入力ラベルをチェックする処理を実行するためのポインタが書き込まれている。なお、ランスポートネットワークからIPネットワークへ流出するパケットを処理するエッジ装置においても、IPネットワークからランスポートネットワークへ流入するパケットを処理するエッジ装置と同様に、Shimヘッダ内に設定されているラベルを書き換えるために、入力ラベルマッピングテーブル41およびラベルフォワーディングテーブル42を備えている。

【0043】

上記テーブルを備えるエッジ装置は、隣接するノードから信号を受信すると、その信号の入力ポートとその信号の波長との組合せをキーとしてポインタを取り出し、そのポインタに従って波長ラベルフォワーディングテーブル45にアクセスする。このとき、「ラベル操作＝ポップ」であるので、エッジ装置は、自装置が入パスの終端であることを認識する。そして、エッジ装置は、受信信号からパケットを取りだし、そのパケットのラベルをラベルフォワーディングテーブル42に登録されている出力ラベルに書き換えて対応する出力ポートを介して出力する。

【0044】

このように、第1の実施形態のエッジ装置においては、MPLSのシグナリング手順により配布されたラベルスイッチパスのためのラベルと、GMPLSのシグナリング手順により通知された入パスのための波長情報とが、互いに対応づけられて登録される。これにより、MPLSとGMPLSとの間でラベルスタッキングが実現される。

【0045】

図6は、ランスポートネットワーク内に設けられるコア装置24a～24cが備えるテーブルの例である。なお、これらのテーブルは、受信信号を次のノードへ転送する際に参照される。

【0046】

入力波長ラベルマッピングテーブル46は、図5を参照しながら説明した入力波長ラベルマッピングテーブル44と同様に、入力ポート／入力波長に従って波長ラベルフォワーディングテーブル47にアクセスするためのポインタが格納されている。

【0047】

波長ラベルフォワーディングテーブル47は、エントリ毎に、「ラベル操作」「出力論理ポート」「出力波長ラベル」を格納する。「ラベル操作」は、コア装置では、「スワップ」が設定されている。「出力論理ポート」は、信号を出力すべきポートを識別する。「出力波長ラベル」は、信号を送信する際に使用すべき波長を表す。なお、この波長は、例えば、GMPLSの予約メッセージ(Resv)またはパスメッセージ(Path-Conf)により通知される。

【0048】

上記テーブルを備えるコア装置は、隣接するノードから信号を受信すると、波長ラベルフォワーディングテーブル47に登録されている出力ポートを介して、波長ラベルフォワーディングテーブル47に登録されている波長を用いてその信号を次ノードに転送する。

【0049】

なお、IPネットワーク内の各ルータ装置に設けられているルーティングテーブルおよびMPLSフォワーディングテーブルは、既存の技術により作成されるテーブルと同じなので、ここでは説明を省略する。

【0050】

また、エッジ装置および／またはコア装置が行うラベル処理(Shimヘッダ内のラベルを書き換える処理、信号を伝送する波長を変換する処理を含む)は、ソフトウェア処理により実現されてもよいし、ハードウェア処理により実現されてもよいし、それらの組合せにより実現されてもよい。

【0051】

図 7 は、第 1 の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例である。ここでは、ルータ装置 1 1、1 2 が備える MPLS フォワーディングテーブル、エッジ装置 2 1 が備えるテーブル 4 1 ~ 4 3、エッジ装置 2 2 が備えるテーブル 4 1、4 2、4 4、4 5、およびコア装置 2 4 a ~ 2 4 c が備えるテーブル 4 6、4 7 が、図 3 に示したシグナリングにより既に設定されているものとする。また、ここでは、ポート番号については考えないことにする。

【 0 0 5 2 】

なお、トランスポートネットワークにおいて伝送されるパケットには、図 8 に示すように、IP ヘッダの前に Shim ヘッダが付与されている。ここで、Shim ヘッダには、IP パケットの生存時間を表示する TTL (Time To Live)、ラベルスタックのボトムであるか否かを表示する S ビット、ラベルスイッチパスを実現するためのラベル値などが設定されている。

【 0 0 5 3 】

上記ネットワークにおいて、「ラベル = 7」が付与されているパケットをルータ装置 1 1 から受信すると、エッジ装置 2 1 は、図 4 に示したテーブルを参照し、そのラベル値を「7」から「9」に書き換えると共に、波長 λ_1 を用いてそのパケットをコア装置 2 4 a に送信する。なお、「出力ラベル = 9」は、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 に登録されている。また、「出力波長 = λ_1 」は、波長 LSP 管理テーブル 4 3 に登録されている。

【 0 0 5 4 】

コア装置 2 4 a は、エッジ装置 2 1 から波長 λ_1 の信号を受信すると、図 6 に示すテーブルを参照し、その信号の波長を「 λ_1 」から「 λ_3 」に変換してコア装置 2 4 b へ送信する。このとき、パケットに付与されている Shim ヘッダ内のラベルは書き換えられない（パケット自体を認識しない）。また、コア装置 2 4 b は、信号の波長を「 λ_3 」から「 λ_2 」に変換し、コア装置 2 4 c は、信号の波長を「 λ_2 」から「 λ_7 」に変換する。この場合、コア装置 2 4 b、2 4 c においても、パケットに付与されている Shim ヘッダ内のラベルは書き換えられない（パケット自体を認識しない）。すなわち、トランスポートネットワーク内では、各ノード（コア装置）において信号を伝送するための波長が変換されるが、パケットに付与されている Shim ヘッダ内のラベルは書き換えられない。このように、 λ パス上では、「ラベル = 9」が付与されているパケットは、「波長」によってカプセル化されて伝送される。すなわち、このパケットは、GMPLS ネットワークをトンネリングするように、一方の IP ネットワークから他方の IP ネットワークへ転送される。

【 0 0 5 5 】

コア装置 2 4 c から波長 λ_7 の信号を受信すると、エッジ装置 2 2 は、図 5 に示すテーブルを参照し、ラベル操作が「ポップ」であることを検出する。この場合、エッジ装置 2 2 は、受信信号から Shim ヘッダに設定されているラベルを検出する。そして、そのラベルを「9」から「4」に書き換えてルータ装置 1 2 へ送る。ここで、「出力ラベル = 9」は、図 5 に示すラベルフォワーディングテーブル 4 2 に登録されている。そして、以降の処理は、既存の MPLS ネットワークと同じである。

【 0 0 5 6 】

このように、第 1 の実施形態では、GMPLS ネットワークを介して MPLS ネットワークを互いに接続する場合には、その GMPLS ネットワークをトンネリングするように MPLS によるラベルスイッチパスが構築され、MPLS ネットワークで作成されたパケットは、その MPLS によるラベルスイッチパスを介して伝送される。よって、新たに構築する GMPLS ネットワークを利用して、既存の MPLS ネットワーク間を容易に接続することができる。

第 2 の実施形態

図 2 ~ 図 7 を参照しながら説明した第 1 の実施形態では、トランスポートネットワークに GMPLS によるパス（実施例では、 λ パス）が設定され、その λ パスの中にパケットレ

イヤのバス（実施例では、MPLSによるラベルスイッチバス）が設けられる構成であった。このため、第1の実施形態では、トランスポートネットワーク内でパケットレイヤのサービスを提供することはできない。これに対して、第2の実施形態では、トランスポートネットワーク（GMPLSネットワーク）を介してIPネットワーク（MPLSネットワーク）が互いに接続する構成において、そのトランスポートネットワーク内でパケットレイヤのサービス（例えば、QoSなど）を提供できるようにしている。

【0057】

図9は、第2の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図である。ここで、ルータ装置11、12、エッジ装置21、22、及びコア装置24a、24cは、第1の実施形態の対応する装置と同じである。すなわち、ルータ装置11、12は、MPLSをサポートするIPルータである。また、エッジ装置21、22は、MPLSおよびGMPLSの双方をサポートする。さらに、コア装置24a、24cは、GMPLSをサポートする。一方、コア装置25は、コア装置24a、24cと同様に、GMPLSをサポートする。ただし、コア装置25は、パケットレイヤのサービス（QoSなど）を提供する機能を備えたノードである。

【0058】

上記ネットワークシステムにおいて、エッジ装置21とコア装置25との間には、GMPLSのシグナリングにより、バス33aが設定される。同様に、エッジ装置22とコア装置25との間には、GMPLSのシグナリングにより、バス33bが設定される。ここで、バス33aおよびバス33bは、それぞれ、例えば、GMPLSのLSC（Lambda Switch Capable）により設定されるλバスである。

【0059】

なお、バス33a、33bは、λバスに限定されるものではなく、GMPLSのシグナリングにより設定される他の種類のバスであってもよい。すなわち、バス33a、33bは、例えば、信号を伝送する光ファイバがラベルとして使用されるバス、あるいは、時分割多重伝送において信号を伝送するタイムスロットがラベルとして使用されるバスであってもよい。

【0060】

また、GMPLSのシグナリングにより、バス33aを通してエッジ装置21とエッジ装置22との間に、コア装置25を経由するパケットレイヤのバス34が構築される。ここで、このバス34は、例えば、GMPLSのパケットレイヤのラベルスイッチバスである。そして、この場合、バス34は、GMPLSのPSC（Packet Switch Capable）により設定される。

【0061】

さらに、ルータ装置11とルータ装置12との間には、MPLSのシグナリングにより、バス34の中にバス35が設定される。ここで、バス35は、第1の実施形態のバス32と同様に、MPLSのパケットレイヤのラベルスイッチバスである。

【0062】

上述のようにしてバスが設定されると、例えば、IPネットワーク1からトランスポートネットワーク4へ流入したパケットは、バス33aによりコア装置24aをトンネリングしてコア装置25へ転送される。ここで、コア装置25は、このパケットを終端してパケットレイヤの処理（例えば、QoSなど）を行うことができる。そして、このパケットは、バス33bによりコア装置24cをトンネリングしてエッジ装置22へ転送され、そのエッジ装置22からIPネットワーク2へ出力される。このように、第2の実施形態の接続方法によれば、トランスポートネットワーク内でパケットレイヤのサービスを提供できる。

【0063】

図10は、第2の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図である。ここでは、図9に示したバスを設定するためのシーケンスについて説明する。なお、エッジ装置21とコア装置25との間、およびエッジ装置22とコア装置25との間にそれぞれλバス

を設定する際に使用されるプロトコルは、GMPLSのCR-LDPシグナリングであるものとする。また、エッジ装置21、22間にラベルスイッチパスを設定する際に使用されるプロトコルも、GMPLSのCR-LDPシグナリングであるものとする。さらに、ルータ装置11、12間にラベルスイッチパスを設定する際に使用されるプロトコルは、MPLSのRSVP-TEシグナリングであるものとする。

【0064】

まず、エッジ装置21からコア装置25に対して、入パスの設定を要求するためのラベル要求メッセージが送信される。このとき、このメッセージは、コア装置24aを介してコア装置25へ転送される。コア装置25は、上記ラベル要求メッセージを受信すると、信号を伝送するための波長を決定し、ラベルマッピングメッセージを用いてその波長をコア装置24aへ通知する。また、コア装置24aは、ラベルマッピングメッセージを用いて、対応する波長をエッジ装置21へ通知する。

10

【0065】

同様に、コア装置25からエッジ装置22に対して、入パスの設定を要求するためのラベル要求メッセージが送信される。このとき、このメッセージは、コア装置24cを介してエッジ装置22へ転送される。エッジ装置22は、上記ラベル要求メッセージを受信すると、信号を伝送するための波長を決定し、ラベルマッピングメッセージを用いてその波長をコア装置24cへ通知する。また、コア装置24cは、ラベルマッピングメッセージを用いて、対応する波長をコア装置25へ通知する。

【0066】

上記シーケンスにおいて、エッジ装置21、22、コア装置24a、24c、25は、上記ラベルマッピングメッセージに基づいて、パケットまたは信号を転送する際に参照される各種テーブルを更新する。そして、これにより、エッジ装置21とコア装置25との間、およびコア装置25とエッジ装置22との間に、それぞれGMPLSによる入パスが確立される。

20

【0067】

続いて、エッジ装置21からエッジ装置22に対して、ラベルスイッチパスの設定を要求するためのラベル要求メッセージが送信される。この場合、ルータ装置12から送信されたラベル要求メッセージは、コア装置25を経由してエッジ装置22へ送られる。そして、エッジ装置22は、上記ラベル要求メッセージを受信すると、ラベルスイッチパスを指定するラベルを決定し、ラベルマッピングメッセージを用いてそのラベルをコア装置25に通知する。また、コア装置25は、同様に、ラベルマッピングメッセージを用いて、対応するラベルをエッジ装置21に通知する。このとき、これらのメッセージは、コア装置24a、24cによっては終端されない。

30

【0068】

上記シーケンスにおいて、エッジ装置21、22、コア装置25は、上記ラベルマッピングメッセージに基づいて、パケットを転送する際に参照される各種テーブルを更新する。そして、これにより、エッジ装置21とエッジ装置22との間に、コア装置25を経由するGMPLSによるラベルスイッチパスが確立される。ここで、このラベルスイッチパスは、上述の入パスの中に確立される。

40

【0069】

さらに、ルータ装置11からルータ装置12に対して、ラベルスイッチパスの設定を要求するためのパスメッセージが送信される。このとき、このメッセージは、エッジ装置21、エッジ装置22を経由してルータ装置12へ送られる。そして、ルータ装置12は、このパスメッセージを受信すると、ラベルスイッチパスを指定するラベルを決定し、予約(Resv)メッセージを用いてそのラベルをエッジ装置22に通知する。また、エッジ装置22は、同様に、予約メッセージを用いて対応するラベルをエッジ装置21に通知する。さらに、エッジ装置21は、同様に、予約メッセージを用いて対応するラベルをルータ装置11に通知する。このとき、これらのメッセージは、コア装置24a、24c、25によっては終端されない。

50

【 0 0 7 0 】

上記シーケンスにおいて、ルータ装置 1 1、1 2、エッジ装置 2 1、2 2 は、予約メッセージに基づいて、パケットを転送する際に参照される各種テーブルを更新する。そして、これにより、ルータ装置 1 1 とルータ装置 1 2 との間に、M P L S によるラベルスイッチパスが確立される。ここで、このラベルスイッチパスは、上述の G M P L S により確立されているラベルスイッチパスの中に設定さる。すなわち、L S P トンネリングにより、G M P L S のパケットレイヤのラベルスイッチパスと M P L S のラベルスイッチパスとが階層的に構築されるので、G M P L S の C R - L D P シグナリングプロトコルと M P L S の R S V P - T E シグナリングプロトコルとが独立して動作することができる。したがって、M P L S ネットワークと G M P L S ネットワークとを接続するために複雑な処理が必要になることはない。 10

【 0 0 7 1 】

また、コア装置 2 5 は、パケットレイヤのラベルスイッチパスの中継装置として動作するので、このコア装置 2 5 においてパケットレイヤのサービスを提供することが可能になる。

【 0 0 7 2 】

なお、入パスの設定のトリガは、特に限定されるものではないが、例えば、エッジ装置 2 1 が、エッジ装置 2 1 からコア装置 2 5 への入パスを設定することが出来るか否かをトポロジ情報を参照して調べ、そのような入パスを設定できると判断できたときであって、且つ、コア装置 2 5 が、コア装置 2 5 からエッジ装置 2 2 への入パスを設定することが出来るか否かをトポロジ情報を参照して調べ、そのような入パスを設定できると判断できたときに、図 1 0 に示すシーケンスを開始するようにしてもよい。また、G M P L S によるラベルスイッチパスの設定のトリガは、特に限定されるものではないが、例えば、上述の入パスの設定が各装置にフラッディングされた後、エッジ装置 2 1 が、エッジ装置 2 1 からエッジ装置 2 2 へのパケットレイヤのラベルスイッチパスを設定することが出来るか否かをトポロジ情報を参照して調べ、そのようなパスを設定できると判断できたときに、図 1 0 に示すシーケンスを開始するようにしてもよい。さらに、M P L S のラベルスイッチパスの設定のトリガは、特に限定されるものではないが、例えば、エッジ装置 2 1、2 2 を経由してルータ装置 1 2 により終端される E R - L S P の確立ポリシーがルータ装置 1 1 に設定されたときに図 1 0 に示すシーケンスを開始するようにしてもよい。 20 30

【 0 0 7 3 】

図 1 1 および図 1 2 は、第 2 の実施形態におけるエッジ装置が備えるテーブルの例である。ここで、図 1 1 は、I P ネットワークからトランスポートネットワークへ流入するパケットを処理する際に参照されるテーブルを示す。また、図 1 2 は、トランスポートネットワークから I P ネットワークへ流入するパケットを処理する際に参照されるテーブルを示す。

【 0 0 7 4 】

第 2 の実施形態におけるエッジ装置が備えるテーブルの構成は、基本的には、第 1 の実施形態において図 4 および図 5 を参照しながら説明したテーブルの構成と同じである。ただし、第 2 の実施形態の入力側エッジ装置では、入力ラベルマッピングテーブル 4 1、ラベルフォワーディングテーブル 4 2、波長 L S P 管理テーブル 4 3 に加えて、パケット L S P 管理テーブル 4 8 を備える。 40

【 0 0 7 5 】

パケット L S P 管理テーブル 4 8 は、エントリ毎に、「論理ポート番号」「種別」「ラベル操作」「出力ラベル」「出力論理ポート」を管理する。「論理ポート番号」は、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 の出力論理ポートにより指し示される識別番号である。「種別」は、G M P L S により設定されるパスの種別 (F S C、L S C、T D M、L 2 S C、P S C など) を識別する。なお、この実施例では、エッジ装置 2 1、2 2 間に G M P L S によるパケットレイヤのラベルスイッチパスが設定されるので、「P S C」が設定されている。「ラベル操作」は、入力側エッジ装置には「プッシュ」が設定される。なお、出 50

力側エッジ装置には、「ポップ」が設定される。「出力ラベル」は、出力パケットに付すべきラベル値である。ここで、このラベルは、図 10 に示す実施例では、GMPLS のラベルマッピングメッセージにより通知される。「出力論理ポート」は、パケットを出力するポートを表す。

【 0 0 7 6 】

なお、第 2 の実施形態の入力側エッジ装置においては、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 の出力論理ポートとパケット L S P 管理テーブル 4 8 の論理ポート番号との間にリンクが設定され、パケット L S P 管理テーブル 4 8 の出力論理ポートと波長 L S P 管理テーブル 4 3 の論理ポート番号との間にリンクが設定されている。したがって、MPLS のシグナリング手順により配布されたラベルスイッチパスのためのラベルと、GMPLS のシグナリング手順により配布されたラベルスイッチパスのためのラベルと、GMPLS のシグナリング手順により通知された入パスのための波長情報とが、互いに対応づけられて登録される。

【 0 0 7 7 】

上記テーブルを備えるエッジ装置は、IP ネットワークからトランスポートネットワークへ流入するパケットを受信すると、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 を参照してそのパケットのラベルを書き換える。また、このエッジ装置は、パケット L S P 管理テーブル 4 8 に登録されている出力ラベルをそのパケットに付与する。そして、このエッジ装置は、波長 L S P 管理テーブル 4 3 に登録されている波長でそのパケットを出力する。

【 0 0 7 8 】

図 1 3 は、第 2 の実施形態においてトランスポートネットワーク内で伝送されるパケットのフォーマットを示す図である。パケットには、第 1 の Shim ヘッダおよび第 2 の Shim ヘッダが付与されている。ここで、第 1 の Shim ヘッダには第 1 のラベルが格納されており、第 2 の Shim ヘッダには第 2 のラベルが格納されている。なお、第 2 の Shim ヘッダは、パケットが IP ネットワークからトランスポートネットワークに流入するときにエッジ装置により付与される。

【 0 0 7 9 】

一方、トランスポートネットワークから IP ネットワークへ流出するパケットを処理するエッジ装置においては、図 1 2 に示すように、入力波長ラベルマッピングテーブル 4 4 、波長ラベルフォワーディングテーブル 4 5 、入力ラベルマッピングテーブル 4 1 、パケット L S P 管理テーブル 4 8 、およびラベルフォワーディングテーブル 4 2 を備える。そして、このパケット L S P 管理テーブル 4 8 においては「ラベル操作＝ポップ」が設定され、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 においては「ラベル操作＝スワップ」が設定されている。

【 0 0 8 0 】

そして、上記テーブルを備える出力側エッジ装置は、トランスポートネットワークから信号を受信すると、その信号からパケットを再生し、パケット L S P 管理テーブル 4 8 を参照して第 2 の Shim ヘッダのラベルを削除する。また、このエッジ装置は、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 に従い、上記パケットにおいて第 1 の Shim ヘッダを書き換え、そのパケットを IP ネットワークに出力する。

【 0 0 8 1 】

図 1 4 は、コア装置 2 5 に設けられるテーブルの例である。エッジ装置 2 5 が備えるテーブルの構成は、基本的には、図 1 2 を参照しながら説明した出力側エッジ装置に設けられるテーブルの構成と同じである。ただし、コア装置 2 5 に設けられるパケット L S P 管理テーブル 4 8 においては「ラベル操作＝スワップ」が設定されている。また、コア装置 2 5 には、出力側エッジ装置が備えるラベルフォワーディングテーブル 4 2 の代わりに、波長 L S P 管理テーブル 4 3 が設けられている。なお、この波長 L S P 管理テーブル 4 3 には、出力波長を指定するための「出力ラベル」が登録されている。

【 0 0 8 2 】

上記テーブルを備えるコア装置 2 5 は、受信信号の入力ポートおよび入力波長に基づいて

パケット L S P 管理テーブル 4 8 にアクセスすると共に、受信信号からパケットを再生する。続いて、コア装置 2 5 は、パケット L S P 管理テーブル 4 8 を参照し、上記パケットの第 2 の S h i m ヘッダのラベルを書き換えると共に、優先度情報に従って Q o S 処理を実行する。そして、コア装置 2 5 は、波長 L S P 管理テーブル 4 3 に設定されている出力波長でそのパケットを送信する。

【 0 0 8 3 】

なお、コア装置 2 4 a、2 4 c が備えるテーブルは、図 6 を参照しながら説明した通りである。また、コア装置 2 4 a、2 4 c の動作は、第 1 の実施形態と同じである。

【 0 0 8 4 】

図 1 5 は、第 2 の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例である。ここでは、エッジ装置 2 1 が備えるテーブル 4 1 ~ 4 3、4 8、エッジ装置 2 2 が備えるテーブル 4 1、4 2、4 4、4 5、4 8、コア装置 2 4 a、2 4 c が備えるテーブル 4 6、4 7、およびコア装置 2 5 が備えるテーブル 4 6、4 7、4 9 が、図 1 0 に示したシグナリングにより既に設定されているものとする。

【 0 0 8 5 】

上記ネットワークにおいて、「第 1 のラベル = 7」が付与されているパケットをルータ装置 1 1 から受信すると、エッジ装置 2 1 は、図 1 1 に示したテーブルを参照し、そのラベル値を「7」から「9」に書き換えると共に、そのパケットに「第 2 のラベル = 4」を付与する。そして、エッジ装置 2 1 は、波長 $\lambda 1$ を用いてそのパケットをコア装置 2 4 a に送信する。なお、「出力ラベル = 9」は、ラベルフォワーディングテーブル 4 2 に登録されている。また、「第 2 のラベル = 4」は、パケット L S P 管理テーブル 4 8 に登録されている。さらに、「出力波長 = $\lambda 1$ 」は、波長 L S P 管理テーブル 4 3 に登録されている。

【 0 0 8 6 】

コア装置 2 4 a は、エッジ装置 2 1 から波長 $\lambda 1$ の信号を受信すると、第 1 の実施形態と同様に、その信号の波長を「 $\lambda 1$ 」から「 $\lambda 3$ 」に変換してコア装置 2 4 b へ送信する。このとき、パケットに付与されているいずれのラベルも書き換えられない。

【 0 0 8 7 】

コア装置 2 5 は、受信信号からパケットを再生し、そのパケットの第 2 のラベルを「4」から「1」に書き換える。このとき、コア装置 2 5 は、図 1 4 に示すラベルフォワーディングテーブル 4 9 に従い、パケットレイヤのサービス (Q o S など) を提供する。そして、コア装置 2 5 は、このパケットを波長 $\lambda 2$ でコア装置 2 4 c へ送信する。

【 0 0 8 8 】

コア装置 2 4 c は、コア装置 2 5 から波長 $\lambda 2$ の信号を受信すると、第 1 の実施形態と同様に、その信号の波長を「 $\lambda 2$ 」から「 $\lambda 7$ 」に変換してエッジ装置 2 2 へ送信する。このとき、パケットに付与されているいずれのラベルも書き換えられない。

【 0 0 8 9 】

このように、この実施例では、トランスポートネットワーク内では、第 1 のラベルが書き換えられることなくパケットが転送される。すなわち、一方の I P ネットワークから流入するパケットは、トランスポートネットワークをトンネリングして他方の I P ネットワークに転送される。しかし、エッジ装置 2 1 とコア装置 2 5 との間、およびエッジ装置 2 2 とコア装置 2 5 との間には、パケットレイヤのラベルスイッチパスが設定されている。そして、上記パケットは、コア装置 2 5 により終端され、コア装置 2 5 は、そのパケットに対してパケットレイヤのサービスを提供することができる。

【 0 0 9 0 】

コア装置 2 4 c から波長 $\lambda 7$ の信号を受信すると、エッジ装置 2 2 は、受信信号からパケットを再生し、そのパケットから第 2 のラベルを削除すると共に、そのパケットの第 1 のラベルを「9」から「4」に書き換えてルータ装置 1 2 へ送る。

【 0 0 9 1 】

このように、第 2 の実施形態では、G M P L S ネットワークをトンネリングするパスを設

定すると共に、GMPLSネットワーク内の所望のノードにおいてパケットレイヤのサービスを提供することができる。

第3の実施形態

図9～図15を参照しながら説明した第2の実施形態では、トランスポートネットワーク内に設けられているコア装置25においてパケットレイヤのサービスを提供することができる。しかし、この形態では、図9に示すように、バスの構成がやや複雑になっている。これに対して、第3の実施形態では、バスの構成を簡単にしつつ、トランスポートネットワーク内でパケットレイヤのサービス（例えば、QoSなど）を提供できるようにしている。

【0092】

10

図16は、第3の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図である。ここで、ルータ装置11、12、エッジ装置21、22、およびコア装置24a、24cは、第1または第2の実施形態の対応する装置と同じである。すなわち、ルータ装置11、12は、MPLSをサポートするIPルータである。また、エッジ装置21、22は、MPLSおよびGMPLSの双方をサポートする。さらに、コア装置24a、24cは、GMPLSをサポートする。一方、コア装置26は、エッジ装置21、22と同様に、MPLSおよびGMPLSの双方をサポートする。また、コア装置26は、パケットレイヤのサービス（QoS等）を提供する機能を備えたノードである。

【0093】

上記ネットワークシステムにおいて、エッジ装置21とコア装置26との間には、GMPLSのシグナリングにより、バス33aが設定される。同様に、エッジ装置22とコア装置26との間には、GMPLSのシグナリングにより、バス33bが設定される。ここで、バス33aおよびバス33bは、それぞれ、第2の実施形態において説明した通りである。

20

【0094】

一方、ルータ装置11とルータ装置12との間には、MPLSのシグナリングにより、バス36が設定される。ここで、バス36は、バス33aおよびバス33bの中に確立される。また、このバス36は、第1の実施形態のバス32または第2の実施形態のバス35と同様に、MPLSのパケットレイヤのラベルスイッチバスである。

【0095】

30

上述のようにしてバスが設定されると、例えば、IPネットワーク1からトランスポートネットワーク2へ流入するパケットは、バス33aによりコア装置24aをトンネリングしてコア装置26へ転送される。ここで、コア装置26は、このパケットを終端してパケットレイヤの処理（例えば、QoSなど）を行うことができる。そして、このパケットは、バス33bによりコア装置24cをトンネリングしてエッジ装置22へ転送され、そのエッジ装置22からIPネットワーク2へ出力される。このように、第3の実施形態の接続方法によれば、第2の実施形態の接続方法と同様に、トランスポートネットワーク内でパケットレイヤのサービスを提供できる。ただし、第3の実施形態においては、第2の実施形態と比較して、バスの構成が単純である。

【0096】

40

このように、第3の実施形態では、トランスポートネットワークにおいて、パケットレイヤの情報を参照する必要があるノード間にGMPLSのシグナリングによるバス（例えば、入バス）が設定され、そのバスを介して上記ノード間でパケットが送受信される。このため、上記ノード間が仮想的にパケットインタフェースで接続されることになる。

【0097】

図17は、第3の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図である。ここでは、図16に示したバスを設定するためのシーケンスについて説明する。なお、エッジ装置21とコア装置26との間、およびエッジ装置22とコア装置25との間にそれぞれ入バスを設定する際に使用されるプロトコルは、GMPLSのCR-LDPシグナリングであるものとする。また、ルータ装置11、12間にラベルスイッチバスを設定する際に使用

50

されるプロトコルは、MPLSにおけるラベル配布プロトコルのDownstream Unsolicited Ordered Controlモードであるものとする。

【0098】

エッジ装置21とコア装置26との間に入パスを設定する手順、およびコア装置26とエッジ装置22との間に入パスを設定する手順は、図10参照しながら説明した手順と同じである。よって、ここでは、その説明を省略する。

【0099】

続いて、ルータ装置12からルータ装置11に対して、ラベルスイッチパスのラベルを通知するためのMPLSによるラベルマッピングメッセージが送信される。このメッセージは、エッジ装置21、コア装置26、エッジ装置22を経由してルータ装置12へ送られる。ここで、コア装置26は、GMPLSだけでなく、MPLSもサポートしており、エッジ装置21、22と同様に、MPLSによるラベルマッピングメッセージに従って対応する処理を実行する。

【0100】

上記シーケンスにおいて、ルータ装置11、12、エッジ装置21、22、およびコア装置26は、ラベルマッピングメッセージに基づいて、パケットを転送する際に参照される各種テーブルを更新する。そして、これにより、ルータ装置11とルータ装置12との間に、エッジ装置21、コア装置26、エッジ装置22を経由するラベルスイッチパスが確立される。ここで、このラベルスイッチパスは、上述の入パスの中に確立さる。すなわち、LSPトンネリングにより、GMPLSのパケットレイヤのラベルスイッチパスとMPLSのラベルスイッチパスとが階層的に構築されるので、GMPLSのCR-LDPシグナリングプロトコルとMPLSのラベル配布プロトコルとが独立して動作することができる。したがって、MPLSネットワークとGMPLSネットワークとを接続するために複雑な処理が必要になることはない。

【0101】

また、コア装置26は、パケットレイヤのラベルスイッチパスの中継装置として動作するので、このコア装置26においてパケットレイヤのサービスを提供することが可能になる。

【0102】

なお、入パスおよびラベルスイッチパスの設定のトリガは、特に限定されるものではないが、例えば、第1または第2の実施形態を参照しながら説明した方法に従うようにしてもよい。

【0103】

エッジ装置21、22に設けられるテーブルは、基本的に、第1の実施形態におけるテーブルと同じである。すなわち、IPネットワークからトランスポートネットワークへ流入するパケットを処理するエッジ装置に設けられるテーブルの構成は、図4に示した第1の実施形態のテーブルの構成と同じである。したがって、第3の実施形態においてトランスポートネットワーク上で伝送されるパケットは、図8に示すように、1つのShimヘッダが付与されたフォーマットを有している。また、トランスポートネットワークからIPネットワークへ流出するパケットを処理するエッジ装置に設けられるテーブルの構成は、図5に示した第1の実施形態のテーブルの構成と同じである。

【0104】

コア装置24a、24cが備えるテーブルの構成は、第1または第2の実施形態と同じであり、図6に示した通りである。

コア装置26が備えるテーブルの構成は、基本的には、図14に示した第2の実施形態における構成と同じである。ただし、第2の実施形態においては、ラベルフォワーディングテーブル49は、GMPLSのシグナリングプロトコルにより設定された。これに対して、第3の実施形態においては、ラベルフォワーディングテーブル49は、MPLSのシグナリングプロトコルにより設定される。

【0105】

図 18 は、第 3 の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例である。ここでは、エッジ装置 21 が備えるテーブル 41 ~ 43、エッジ装置が 22 が備えるテーブル 41、42、44、45、コア装置 24 a、24 c が備えるテーブル 46、47、およびコア装置 25 が備えるテーブル 46、47、49 が、図 17 に示したシグナリングにより既に設定されているものとする。

【0106】

上記ネットワークにおいて、「ラベル=7」が付与されているパケットをルータ装置 11 から受信すると、エッジ装置 21 は、図 4 に示したテーブルを参照し、そのラベル値を「7」から「9」に書き換えると共に、そのパケットに「ラベル=9」を付与する。そして、エッジ装置 21 は、波長 λ_1 を用いてそのパケットをコア装置 24 a に送信する。

10

【0107】

コア装置 24 a は、エッジ装置 21 から波長 λ_1 の信号を受信すると、第 1 の実施形態と同様に、その信号の波長を「 λ_1 」から「 λ_3 」に変換してコア装置 24 b へ送信する。このとき、ラベルの書換えは行われない。

【0108】

コア装置 26 は、受信信号からパケットを再生し、そのパケットのラベルを「9」から「6」に書き換える。このとき、コア装置 26 は、図 14 に示すラベルフォワーディングテーブル 49 に従い、パケットレイヤのサービス (QoS など) を提供する。そして、コア装置 26 は、このパケットを波長 λ_2 でコア装置 24 c へ送信する。

【0109】

コア装置 24 c は、コア装置 26 から波長 λ_2 の信号を受信すると、第 1 の実施形態と同様に、その信号の波長を「 λ_2 」から「 λ_7 」に変換してエッジ装置 22 へ送信する。このとき、ラベルの書換えは行われない。

20

【0110】

このように、この実施例では、トランスポートネットワーク内に設けられるコア装置 26 は、MPLS によるラベルスイッチパスを終端し、 λ パスによりトンネリング転送されてきたパケットに対してパケットレイヤのサービスを提供することができる。

【0111】

コア装置 24 c から波長 λ_7 の信号を受信すると、エッジ装置 22 は、受信信号からパケットを再生し、そのパケットのラベルを「6」から「4」に書き換えてルータ装置 12 へ送る。

30

【0112】

このように、第 3 の実施形態では、第 2 の実施形態と同様に、GMPLS ネットワーク内の所望のノードにおいてパケットレイヤのサービスを提供することができる。ここで、第 3 の実施形態においては、IP ネットワークと統合したサービスを実行可能である。ただし、第 3 の実施形態では、第 2 の実施形態と比較すると、トランスポートネットワークにおけるパケットに構成が簡単になり、また、エッジ装置におけるラベル書換え処理が単純になる。

【0113】

なお、図 3、図 10、図 17 に示したシーケンスにおけるプロトコルは、それぞれ 1 つの実施例であって、任意の MPLS シグナリングプロトコルと任意の GMPLS シグナリングプロトコルとを組み合わせることができる。

40

具体的な実施例

図 19 は、本発明のネットワーク間接続方法の実施例である。ここでは、第 1 の実施形態の実施例を示す。

【0114】

図 19 において、LSP (λ_2) は、エッジ装置 21 とエッジ装置 22 との間に確立される波長ラベルスイッチパスであり、LSP (λ_3) は、エッジ装置 21 とエッジ装置 23 との間に確立される波長ラベルスイッチパスである。また、LSP (P2) は、ルータ装置 11 とルータ装置 12 との間に確立される MPLS によるラベルスイッチパスであり、

50

LSP (P3) は、ルータ装置 11 とルータ装置 13 との間に確立される MPLS によるラベルスイッチパスである。ここで、トランスポートネットワーク 4 においては、LSP (λ2) は LSP (P2) に対するトンネルとして機能し、LSP (λ3) は LSP (P3) に対するトンネルとして機能する。

【0115】

上記ネットワークを構成するために、初期設定として、以下の手順が実行される。

1. 各装置（ここでは、エッジ装置 21、22、23、コア装置）において、データチャネルとコントロールチャネルに IP アドレスを設定する。なお、IP アドレスを設定せずに、unnumbered link を使用することも可能であるが、この場合は、インタフェース識別子を設定する。
2. OSPF (Open Shortest Path First) により、各装置（ここでは、エッジ装置 21、22、23、コア装置）間で制御プレーンのトポロジ情報を交換する。これにより、各装置間で制御メッセージの送受信が可能になる。
3. OSPF により、データプレーン（ここでは、波長レイヤ）のトポロジ情報を交換する。これにより、エッジ装置 11～13、およびコア装置は、制御プレーンおよびデータプレーンに関するトポロジを認識する。

10

【0116】

続いて、λパス（波長 LSP）は、以下のようにして設定される。すなわち、上述の初期手順においてデータプレーンに関するトポロジを認識することをトリガとして、エッジ装置間でフルメッシュの波長 LSP を設定する。なお、図 19 では、エッジ装置 12 とエッジ装置 13 との間のパスは描かれていない。また、他の方法として、ネットワーク管理装置からの指示により、エッジ装置 11 とエッジ装置 12 との間の波長パス、およびエッジ装置 11 とエッジ装置 13 との間の波長パスのみを設定するようにしてもよい。

20

【0117】

さらに、以下の手順により、純粋な MPLS のラベルスイッチパスが設定される。

1. 上述の手順により設定されている波長 LSP をデータリンクとして、各エッジ装置間で IP アドレスを設定する。なお、IP アドレスを設定せずに、unnumbered link を使用することも可能であるが、この場合は、インタフェース識別子を設定する。
2. 上述の手順により設定されている波長 LSP をデータリンクとして、各エッジ装置間で OSPF によりデータプレーン（ここでは、パケットレイヤ）のトポロジ情報を交換する。
3. 各エッジ装置およびルータ装置間で、OSPF により IP のトポロジ情報を交換する。
4. ルータ装置 11 は、上記 3 で交換した IP のトポロジ情報により、ルータ装置 12、13 への経路を認識し、ルータ装置 12、13 へ向かう純粋な MPLS によるラベルスイッチパスを設定する。
5. エッジ装置 21 は、ルータ 12 が LSP (λ2) の先に存在しており、ルータ 13 が LSP (λ3) の先に存在していることを知っているため、LSP (λ2) を通して LSP (P2) を設定し、LSP (λ3) を通して LSP (P3) を設定する。

30

40

装置の構成

上述した第 1～第 3 の実施形態においては、ルータ装置 11、12、エッジ装置 21、22、コア装置 24 (24a～24c)、25、26 が登場している。ここで、これらの装置のうち、ルータ装置 11、12 は、既存の技術により実現される。また、コア装置 24、25 も、既存の技術により実現可能である。これに対して、エッジ装置 21、22、およびコア装置 26 は、MPLS および GMPLS の双方をサポートする装置であって、本発明により実現される。

【0118】

上述したように、MPLS では、データプレーンと制御プレーンとが互いに分離されていないが、GMPLS では、それらが互いに分離されている。よって、MPLS および GM

50

P L S の双方をサポートするためには、データプレーンを介して送受信される制御データを終端する機能、および制御プレーンを介して送受信される制御データを終端する機能の双方を有している必要がある。

【 0 1 1 9 】

図 2 0 は、M P L S および G M P L S の双方をサポートする装置の構成を示す図である。なお、この装置は、例えば、エッジ装置 2 1、2 2、または第 3 の実施形態におけるコア装置 2 6 に相当する。

【 0 1 2 0 】

回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N は、それぞれ、物理回線インタフェースを収容する。ここで、回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N は、G M P L S ネットワークのデータプレーンに接続される。ただし、エッジ装置においては、回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N は、M P L S ネットワークにも接続される。そして、回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N は、対応する回線から受信したデータをスイッチモジュール 5 2 へ導き、スイッチモジュール 5 2 から受け取ったデータを対応する回線に出力する。なお、対応する回線を介して受信するデータは、ユーザデータおよび M P L S のシグナリングメッセージを含んでいる。よって、回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N は、受信データがユーザデータであるのか或いは M P L S のシグナリングメッセージであるのかを判断する機能を備えている。

【 0 1 2 1 】

スイッチモジュール 5 2 は、回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N どちらの間、および回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N と制御モジュール 5 3 との間でスイッチングを行う。

【 0 1 2 2 】

制御モジュール 5 3 は、回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N、スイッチモジュール 5 2、及び制御プレーンインタフェースモジュール 5 4 を管理 / 制御する。また、G M P L S シグナリングを終端し、制御プレーンインタフェースモジュール 5 4 を介して G M P L S のシグナリングメッセージを送受信する。さらに、M P L S シグナリングを終端し、回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N を介して M P L S のシグナリングメッセージを送受信する。これにより、G M P L S のデータチャネルを介して M P L S のシグナリングメッセージを送受信できる。

【 0 1 2 3 】

制御プレーンインタフェースモジュール 5 4 は、G M P L S の制御プレーンインタフェースを終端し、G M P L S のシグナリングメッセージを送受信する。

上記構成において、ユーザデータ（パケット）は、送信元装置に対応する回線モジュールから入力されると、制御モジュール 5 3 へ転送されることなく、宛先装置に対応する回線モジュールへ導かれる。また、G M P L S ネットワークのデータプレーンまたは M P L S ネットワークから送られてきた M P L S のシグナリングメッセージは、スイッチモジュール 5 2 を介して制御モジュール 5 3 へ導かれる。一方、制御モジュール 5 3 により作成される M P L S のシグナリングメッセージは、宛先装置に対応する回線モジュールを介して、G M P L S ネットワークのデータプレーンまたは M P L S ネットワークへ送出される。さらに、G M P L S ネットワークの制御プレーンから送られてくる G M P L S のシグナリングメッセージは、制御プレーンインタフェースモジュール 5 4 を介して制御モジュール 5 3 に導かれ、制御モジュール 5 3 により作成される G M P L S のシグナリングメッセージは、制御プレーンインタフェースモジュール 5 4 を介して G M P L S ネットワークの制御プレーンへ送出される。

【 0 1 2 4 】

このように、回線モジュール 5 1 - 1 ~ 5 1 - N において制御データ（ここでは、M P L S のシグナリングメッセージ）とユーザデータとが識別され、その識別結果に基づいてそのデータの装置内での転送先が決定される。そして、これらの機能により、G M P L S のデータチャネル上で M P L S のシグナリングメッセージの送受信が可能になる。

【 0 1 2 5 】

図 2 1 は、回線モジュールの構成図である。終端部 6 1 は、回線を終端する。ここで、「 50

回線」は、G M P L S ネットワークのデータプレーンを構成する回線およびM P L S ネットワークのデータ／制御プレーンを構成する回線を含む。M A C 処理部 6 2 は、終端部 6 1 により終端される回線を介して送受信される信号についてのM A C レイヤでの処理を行う。バッファ 6 3 は、終端部 6 1 により終端される回線を介して送受信されるデータ（パケット）を一時的に格納する。変換部 6 4 は、終端部 6 1 により終端される回線を介して送受信されるパケットのフォーマットと、この装置の内部フォーマットとを相互に変換する。内部メモリ 6 5 は、データ／コマンドメモリ、リクエスト／ステータスメモリ、統計情報収集用メモリを含む。

【 0 1 2 6 】

処理部 6 6 は、終端部 6 1 により終端される回線を介して送受信されるパケットを解析し、必要な処理を行う。この処理部 6 6 による処理は、受信パケットが制御データ（M P L S のシグナリングメッセージなど）を格納しているのか、或いはユーザデータを格納しているのかを判断する処理を含む。ここで、この判断は、例えば、受信パケットの I P アドレスに基づいて行われる。すなわち、パケットが制御データを格納している場合には、そのパケットの着信先アドレスとして予め決められた I P アドレスが使用されており、処理部 6 6 は、その I P アドレスに基づいて上記判断を行うことができる。また、この処理部 6 6 による処理は、パケットに付与されている S h i m ヘッダ内のラベルを書き換える処理も含む。

【 0 1 2 7 】

テーブル 6 7 は、第 1 ～ 第 3 の実施形態において説明したテーブルであり、パケットに付与すべきラベル、信号を伝送するための波長などを管理する。具体的には、エッジ装置 2 1、2 2 の回線モジュールにおいては、たとえば、図 4、図 5、図 1 1 などに示したテーブルが設けられる。また、コア装置 2 6 の回線モジュールにおいては、例えば、図 1 4 に示したテーブルが設けられる。なお、テーブル 6 7 の内容は、基本的に、制御モジュール 5 3 からの指示に従って更新される。検索部 6 8 は、処理部 6 6 からの指示に従って、テーブルから対応する情報を取得する。

【 0 1 2 8 】

上記回線モジュールにおいて、終端部 6 1 により終端される回線を介してパケットを受信すると、そのパケットに制御データが格納されているか否かが調べられる。そして、制御データが格納されていた場合には、そのパケットは、スイッチモジュール 5 2 を介して制御モジュール 5 3 へ送られる。また、制御データが格納されていなかった場合には、そのパケットは、必要に応じてラベルが書き換えられた後、着信先アドレスに対応する回線モジュールへ送られる。一方、スイッチモジュール 5 2 からパケットを受信したときは、そのパケットを対応する回線に出力する。

【 0 1 2 9 】

図 2 2 は、制御モジュールの構成図である。バッファ 7 1 は、回線モジュール 5 1 - 1 ～ 5 1 - N との間で送受信されるデータを一時的に格納する。バッファ 7 2 は、制御プレーンインタフェースモジュール 5 4 との間で送受信されるデータを一時的に格納する。メモリ 7 3 は、少なくとも、M P L S シグナリングプロトコルに対応する処理を記述したプログラム、およびG M P L S シグナリングプロトコルに対応する処理を記述したプログラムを格納する。プロセッサ 7 4 は、メモリ 7 3 に格納されているプログラムを実行することにより、M P L S によるパスおよび／またはG M P L S によるパスを設定する。ここで、「パスを設定する」とは、具体的には、図 3、図 1 0、図 1 7 に示したシーケンスにおいて送受信されるメッセージに従って、回線モジュールのテーブル 6 7 を更新する処理を含む。

【 0 1 3 0 】

図 2 3 は、エッジ装置の構成および動作を模式的に示す図である。ラベル変換部 8 1 は、受信パケットのラベルを書き換える。パケットスイッチ 8 2 は、ラベルが書き換えられたパケットを光クロスコネクタ（O X C : O p t i c a l C r o s s C o n n e c t ） 8 3 に導く。光クロスコネクタ 8 3 は、入力された光信号をW D M 装置 8 4 に導く。そ

して、WDM装置84は、入力光を多重化してトランスポートネットワークへ出力する。

【0131】

上記構成のエッジ装置において、GMPLSによる入パスを設定する際には、パケットスイッチ82の出力をWDM装置84の空ポートへ導くように光クロスコネクタ83を設定する。また、GMPLSのシグナリングにより決定されたラベル（ここでは、ラベル＝波長）で信号が送信されるように、WDM装置84を設定する。図23では、光クロスコネクタ83の入力ポート1を介して入力される信号がその出力ポート1に導かれ、「波長＝λ1」で送信されるように設定がされている。

【0132】

MPLSによるラベルスイッチパスを設定する際には、MPLSのシグナリングにより決定された1組の入力ラベル／出力ラベルがネクストホップラベルフォワーディングテーブルに設定される。このとき、MPLSによるラベルスイッチパスは、GMPLSによる入パスをトンネリングするように設定される。具体的には、出力ラベルに対応する出力ポートとして、先に確保してある入パスのためのポートが割り当てられるようにパケットスイッチ82を設定する。図23では、パケットに付与されているラベルを「7」から「9」に書き換えて光クロスコネクタ84の入力ポート1に導くように設定がされている。

【0133】

上記設定により、入力ラベルをキーとしてネクストホップラベルフォワーディングテーブルを参照することで出力ラベルが決定する。続いて、出力ラベルに従ってパケットスイッチ82の出力ポートが決定し、それに従ってWDM装置84の入力ポートが決定される。そして、WDM装置84の入力ポートに基づいて波長変換が行われ、結果として、MPLSのラベルスイッチパスを識別するラベルおよびGMPLSによる波長ラベルが付与されたフォワーディングが行われる。

【0134】

（付記1）GMPLSのシグナリングプロトコルをサポートするGMPLSネットワークを介して、MPLSのシグナリングプロトコルをサポートする第1および第2のMPLSネットワークを相互に接続する方法であって、

上記GMPLSネットワークと上記第1のMPLSネットワークとの境界に設けられている第1のエッジノードと上記GMPLSネットワークと上記第2のMPLSネットワークとの境界に設けられている第2のエッジノードとの間に、上記GMPLSのシグナリングプロトコルを利用して第1のパスを設定し、

上記第1のMPLSネットワークと上記第2のMPLSネットワークとの間に、上記MPLSのシグナリングプロトコルを利用して上記第1のパスをトンネリングする第2のパスを設定する

ことを特徴とするネットワーク接続方法。

【0135】

（付記2）第1のシグナリングプロトコルをサポートするトランスポートネットワークを介して、第2のシグナリングプロトコルをサポートする第1および第2のIPネットワークを相互に接続する方法であって、

上記トランスポートネットワークと上記第1のIPネットワークとの境界に設けられている第1のエッジノードと上記トランスポートネットワークと上記第2のIPネットワークとの境界に設けられている第2のエッジノードとの間に、上記第1のシグナリングプロトコルを利用して第1のパスを設定し、

上記第1のIPネットワークと上記第2のIPネットワークとの間に、上記第2のシグナリングプロトコルを利用して上記第1のパスをトンネリングする第2のパスを設定する

ことを特徴とするネットワーク接続方法。

【0136】

（付記3）GMPLSのシグナリングプロトコルをサポートするGMPLSネットワークを介して、MPLSのシグナリングプロトコルをサポートする第1および第2のMPLSネットワークを相互に接続する方法であって、

上記 G M P L S ネットワークと上記第 1 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 1 のエッジノードと上記 G M P L S ネットワーク内に設けられているコア装置との間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 1 のパスを設定し、
上記 G M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 2 のエッジノードと上記コア装置との間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 2 のパスを設定し、
上記第 1 のエッジノードと上記第 2 のエッジノードとの間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して上記第 1 のパスおよび第 2 のパスをトンネリングする第 3 のパスを設定し、
上記第 1 の M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの間に、上記 M P L S のシグナリングプロトコルを利用して上記第 3 のパスをトンネリングする第 4 のパスを設定する
ことを特徴とするネットワーク接続方法。

【 0 1 3 7 】

(付記 4) 第 1 のシグナリングプロトコルをサポートするトランスポートネットワークを介して、第 2 のシグナリングプロトコルをサポートする第 1 および第 2 の I P ネットワークを相互に接続する方法であって、
上記トランスポートネットワークと上記第 1 の I P ネットワークとの境界に設けられている第 1 のエッジノードと上記トランスポートネットワーク内に設けられているコア装置との間に、上記第 1 のシグナリングプロトコルを利用して第 1 のパスを設定し、
上記トランスポートネットワークと上記第 2 の I P ネットワークとの境界に設けられている第 2 のエッジノードと上記コア装置との間に、上記第 1 のシグナリングプロトコルを利用して第 2 のパスを設定し、
上記第 1 のエッジノードと上記第 2 のエッジノードとの間に、上記第 1 のシグナリングプロトコルを利用して上記第 1 のパスおよび第 2 のパスをトンネリングする第 3 のパスを設定し、
上記第 1 の I P ネットワークと上記第 2 の I P ネットワークとの間に、上記第 2 のシグナリングプロトコルを利用して上記第 3 のパスをトンネリングする第 4 のパスを設定することを特徴とするネットワーク接続方法。

【 0 1 3 8 】

(付記 5) 付記 3 または 4 に記載の方法であって、
上記第 3 のパスは、パケットレイヤのラベルスイッチパスである。
(付記 6) G M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする G M P L S ネットワークを介して、M P L S のシグナリングプロトコルをサポートする第 1 および第 2 の M P L S ネットワークを相互に接続する方法であって、
上記 G M P L S ネットワークと上記第 1 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 1 のエッジノードと上記 G M P L S ネットワーク内に設けられているコア装置との間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 1 のパスを設定し、
上記 G M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの境界に設けられている第 2 のエッジノードと上記コア装置との間に、上記 G M P L S のシグナリングプロトコルを利用して第 2 のパスを設定し、
上記第 1 の M P L S ネットワークと上記第 2 の M P L S ネットワークとの間に、上記 M P L S のシグナリングプロトコルを利用して上記第 1 のパスおよび第 2 のパスをトンネリングする第 3 のパスを設定することを特徴とするネットワーク接続方法。

【 0 1 3 9 】

(付記 7) 第 1 のシグナリングプロトコルをサポートするトランスポートネットワークを介して、第 2 のシグナリングプロトコルをサポートする第 1 および第 2 の I P ネットワークを相互に接続する方法であって、
上記トランスポートネットワークと上記第 1 の I P ネットワークとの境界に設けられてい

る第1のエッジノードと上記トランスポートネットワーク内に設けられているコア装置との間に、上記第1のシグナリングプロトコルを利用して第1のパスを設定し、
上記トランスポートネットワークと上記第2のIPネットワークとの境界に設けられている第2のエッジノードと上記コア装置との間に、上記第1のシグナリングプロトコルを利用して第2のパスを設定し、
上記第1のIPネットワークと上記第2のIPネットワークとの間に、上記第2のシグナリングプロトコルを利用して上記第1のパスおよび第2のパスをトンネリングする第3のパスを設定すること
ことを特徴とするネットワーク接続方法。

【0140】

10

(付記8) 付記6または7に記載の方法であって、
上記第3のパスは、MPLSのラベルスイッチパスである。
(付記9) GMPLSのシグナリングプロトコルをサポートするGMPLSネットワークとMPLSのシグナリングプロトコルをサポートするMPLSネットワークとの境界に設けられるエッジ装置であって、
上記GMPLSのシグナリングプロトコルにより設定される第1のパスを識別する情報を格納する第1の格納手段と、
上記MPLSのシグナリングプロトコルにより設定される第2のパスを識別する情報を格納する第2の格納手段と、
上記第2のパスが上記第1のパスをトンネリングするように、上記第1の格納手段に格納されている情報と上記第2の格納手段に格納されている情報とを対応づけるリンク手段と
を有するエッジ装置。

20

【0141】

(付記10) MPLSのシグナリングプロトコルをサポートするMPLSネットワークに接続するGMPLSのシグナリングプロトコルをサポートするGMPLSネットワーク内に設けられるコア装置であって、
MPLSのシグナリング処理を実行する制御手段と、
GMPLSのデータプレーンの信号を終端し、その終端した信号からMPLSのシグナリングメッセージを検出する回線終端手段と、
上記検出されたシグナリングメッセージを上記処理手段に導くと共に、上記処理手段においてMPLSのシグナリング処理を実行することにより得られるシグナリングメッセージを上記回線終端手段に導くスイッチ手段と、
を有するコア装置。

30

【0142】

上述した付記1等に記載のネットワーク接続方法において、第1のパスの外側に、あるいは第1のパスに並列に、さらに別の1または複数のGMPLSパスを設定してもよい。この場合、そのGMPLSパスは、第2のパスが通過する任意のノードにより終端されてもよい。また、第2のパスの内側に、あるいは第2のパスに並列に、さらに別のMPLSパスを設定してもよい。

40

【0143】

上述した付記3等に記載のネットワーク接続方法において、第1、第2のパスの外側に、あるいは第1、第2のパスに並列に、さらに別の1または複数のGMPLSパスを設定してもよい。この場合、それらのGMPLSパスは、それぞれ第1、第2のパスが通過する任意のノードにより終端されてもよい。また、第3のパスの外側に、あるいは第3のパスに並列に、さらに別の1または複数のGMPLSパス(PSC LPS)を設定してもよい。この場合、そのGMPLSパスは、第3のパスが通過する任意のノードにより終端されてもよい。さらに、第4のパスの内側に、あるいは第4のパスに並列に、さらに別のGMPLSパス(PSC LPS)を設定してもよい。

【0144】

50

上述した付記 6 等に記載のネットワーク接続方法において、第 1、第 2 のパスの外側に、あるいは第 1、第 2 のパスに並列に、さらに別の 1 または複数の GMPLS パスを設定してもよい。この場合、それらの GMPLS パスは、それぞれ第 1、第 2 のパスが通過する任意のノードにより終端されてもよい。また、第 3 のパスの内側に、あるいは第 3 のパスに並列に、さらに別の GMPLS パス (PSC LPS) を設定してもよい。

【 0 1 4 5 】

【発明の効果】

本発明によれば、GMPLS のシグナリングプロトコルをサポートしない IP ネットワーク間を、トランスポートネットワークを介して相互に接続することが可能になる。このとき、MPLS ネットワークおよび GMPLS ネットワークを統合的に管理することができる。 10

【 0 1 4 6 】

また、トランスポートネットワーク内で、IP ネットワークを構成する装置と連携したパケットレイヤの通信サービスを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係わるネットワークの構成を示す図である。

【図 2】第 1 の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図である。

【図 3】第 1 の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図である。

【図 4】第 1 の実施形態における入力側エッジ装置に設けられるテーブルの例である。

【図 5】第 1 の実施形態における出力側エッジ装置に設けられるテーブルの例である。 20

【図 6】コア装置に設けられるテーブルの例である。

【図 7】第 1 の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例である。

【図 8】第 1 の実施形態のトランスポートネットワークにおいて伝送されるパケットのフォーマットを示す図である。

【図 9】第 2 の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図である。

【図 10】第 2 の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図である。

【図 11】第 2 の実施形態における入力側エッジ装置に設けられるテーブルの例である。

【図 12】第 2 の実施形態における出力側エッジ装置に設けられるテーブルの例である。

【図 13】第 2 の実施形態のトランスポートネットワークにおいて伝送されるパケットのフォーマットを示す図である。 30

【図 14】パケットレイヤの処理を行うコア装置に設けられるテーブルの例である。

【図 15】第 2 の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例である。

【図 16】第 3 の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図である。

【図 17】第 3 の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図である。

【図 18】第 3 の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例である。

【図 19】本発明のネットワーク間接続方法の実施例である。

【図 20】MPLS および GMPLS の双方をサポートする装置の構成を示す図である。 40

【図 21】回線モジュールの構成図である。

【図 22】制御モジュールの構成図である。

【図 23】エッジ装置の構成および動作を模式的に示す図である。

【図 24】MPLS から GMPLS への拡張について説明する図である。

【図 25】GMPLS により設定されるパスを示す図である。

【図 26】従来の技術において MPLS ネットワークと GMPLS ネットワークとを接続する際の問題を説明するための図である。

【図 27】MPLS および GMPLS の制御プレーンを示す図である。

【符号の説明】

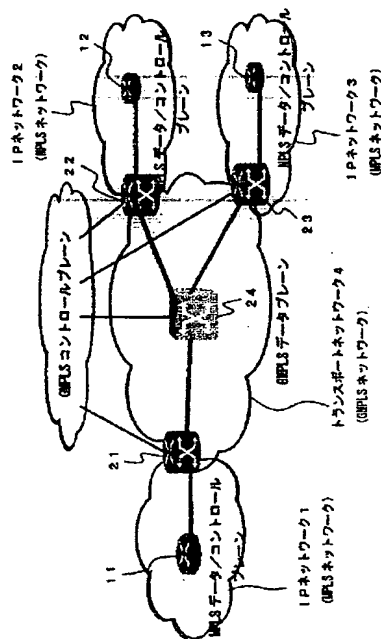
1 ~ 3 IP ネットワーク (MPLS ネットワーク)

4 トランスポートネットワーク (GMPLS ネットワーク)

- 11 ~ 13 ルータ装置
- 21 ~ 23 エッジ装置
- 24 (24a ~ 24c) コア装置
- 25、26 コア装置
- 31、32 パス
- 33a、33b パス
- 34 ~ 36 パス

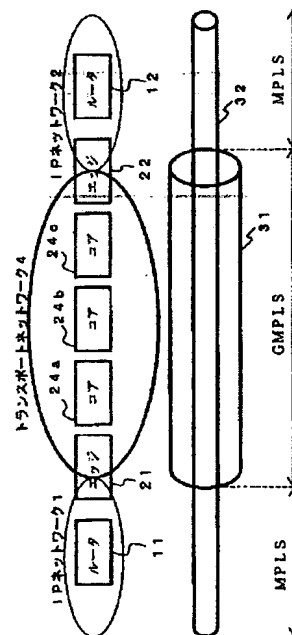
【 図 1 】

本発明に係わるネットワークの構成を示す図



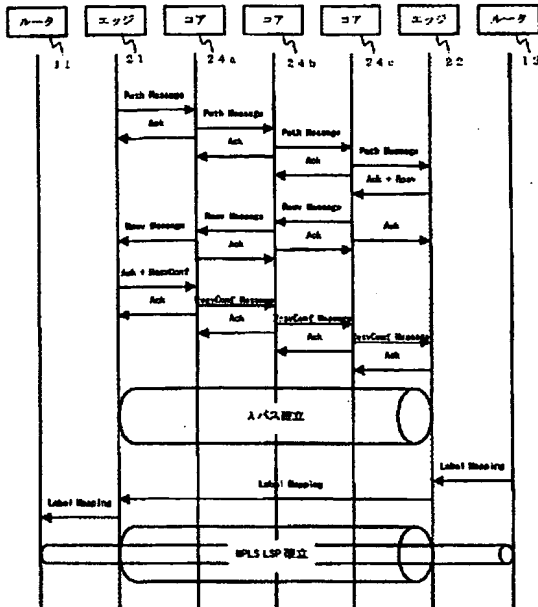
【 図 2 】

第1の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図

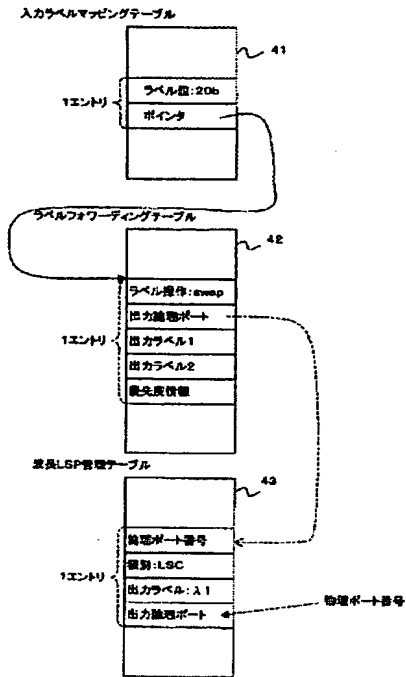


【 図 3 】

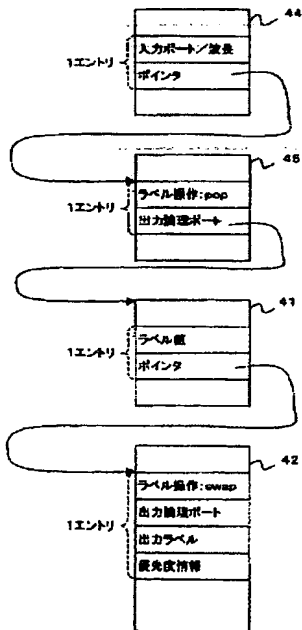
第1の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図



【 図 4 】

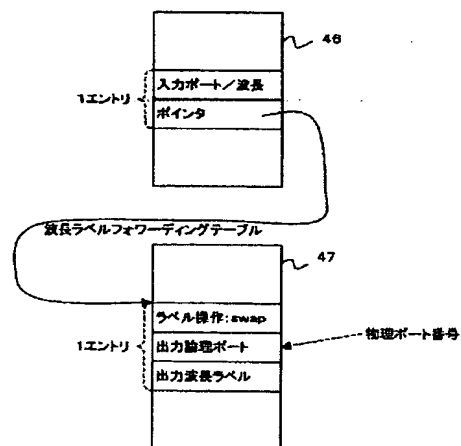
第1の実施形態における
入力側エッジ装置に設けられるテーブルの例

【 図 5 】

第1の実施形態における
出力側エッジ装置に設けられるテーブルの例

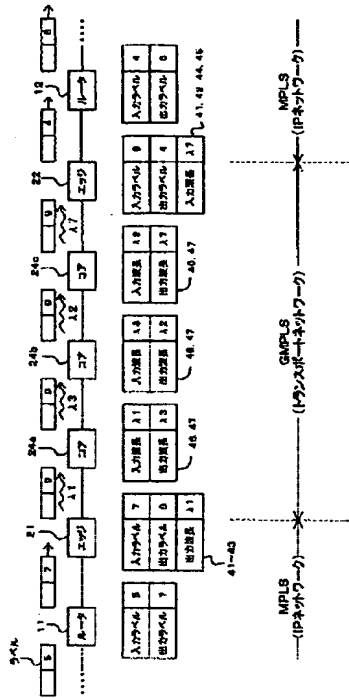
【 図 6 】

コア装置に設けられるテーブルの例



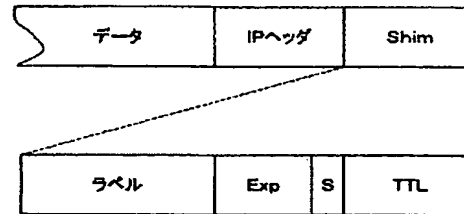
【 図 7 】

第1の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例



【 図 8 】

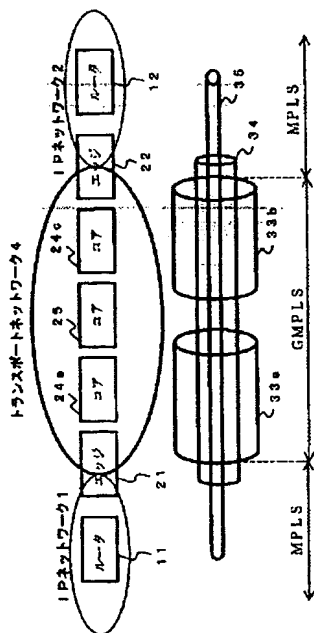
第1の実施形態のトランスポートネットワークにおいて伝送されるパケットのフォーマットを示す図



TTL: Time To Live(8ビット)
S: Bottom of Stack(1ビット)
Exp: Experimental Use(3ビット)
ラベル: ラベル値(20ビット)

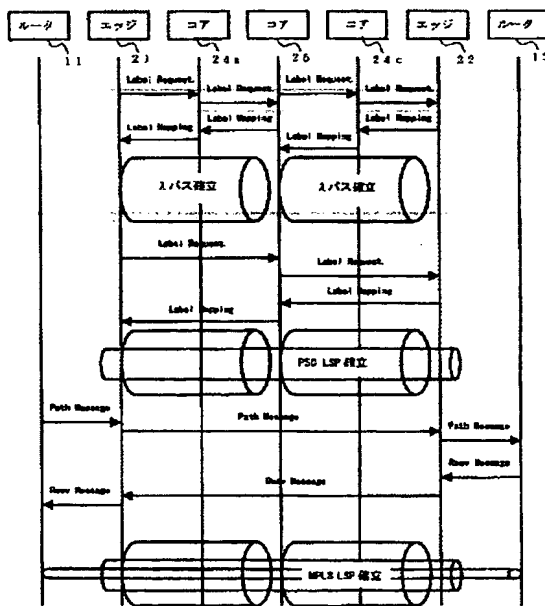
【 図 9 】

第2の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図



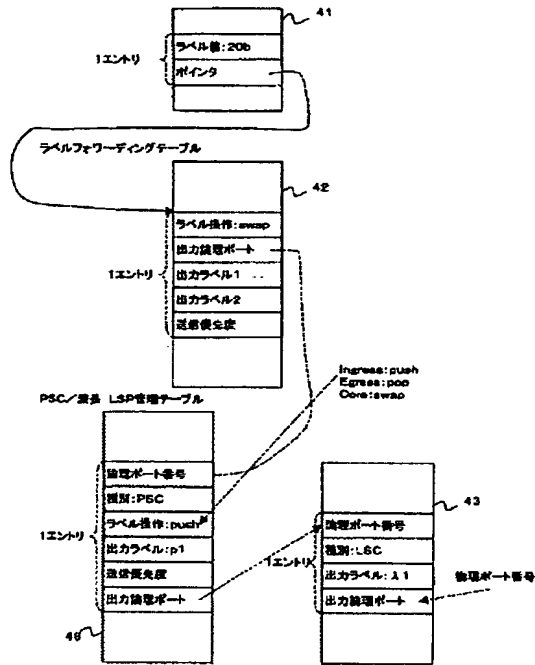
【 図 10 】

第2の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図



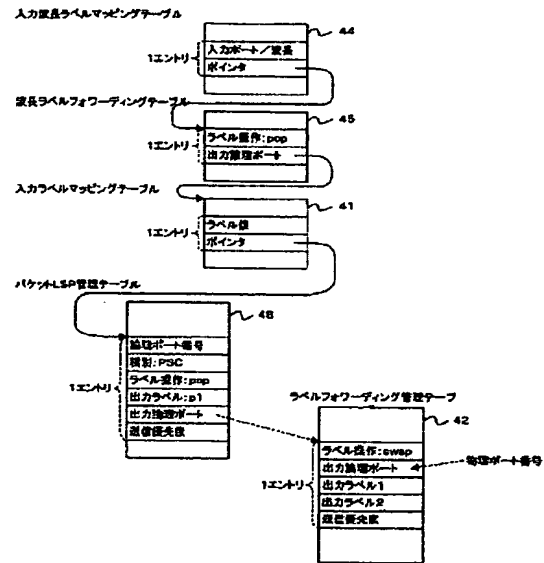
【 図 1 1 】

第2の実施形態における
入力側エッジ装置に設けられるテーブルの例



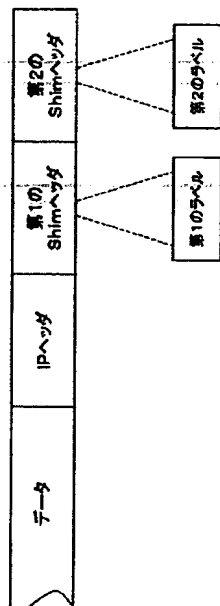
【 図 1 2 】

第2の実施形態における出力側エッジ装置に設けられるテーブルの例



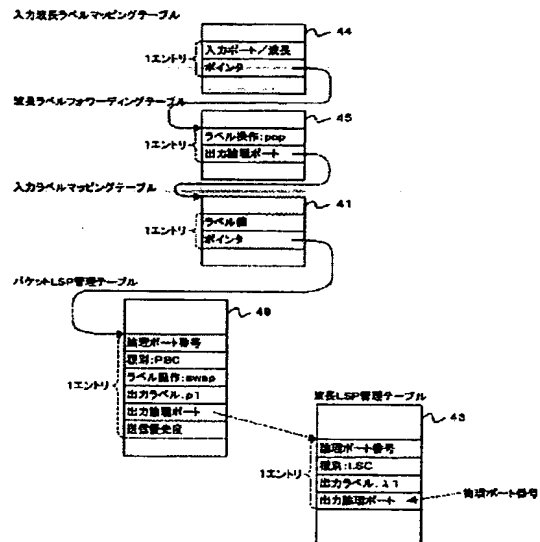
【 図 1 3 】

第2の実施形態のトランスポートネットワークにおいて
伝送されるパケットのフォーマットを示す図



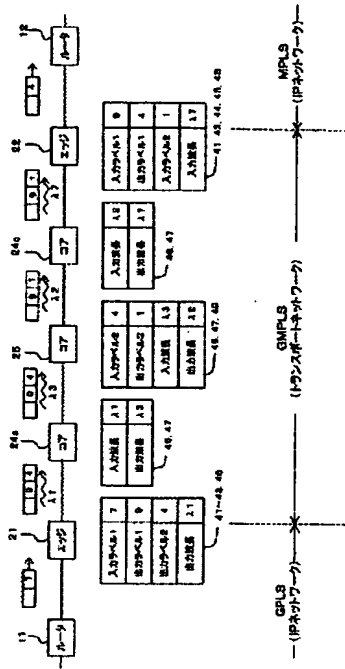
【 図 1 4 】

パケットレイヤの処理を行うコア装置に設けられるテーブルの例



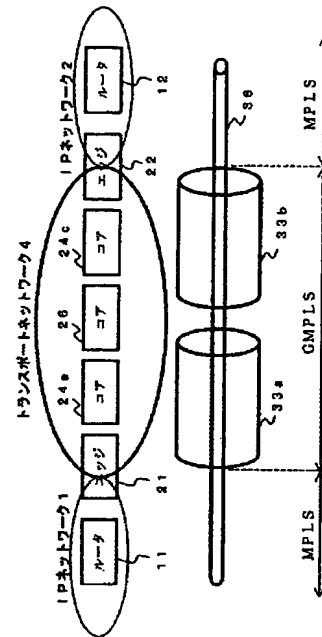
【 図 1 5 】

第2の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例



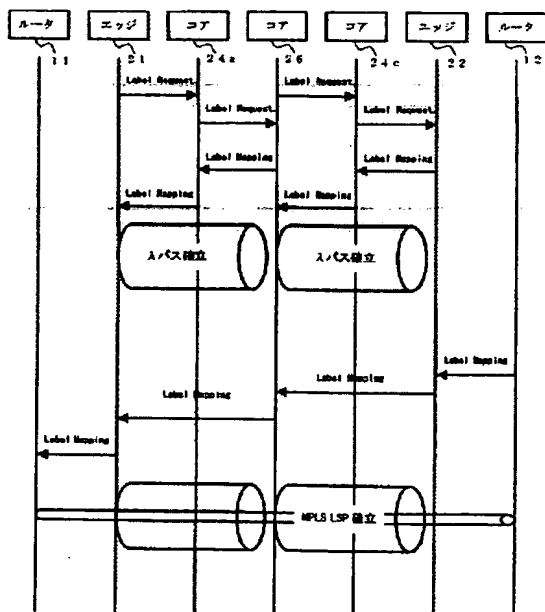
【 図 1 6 】

第3の実施形態におけるネットワーク間接続の概要を示す図



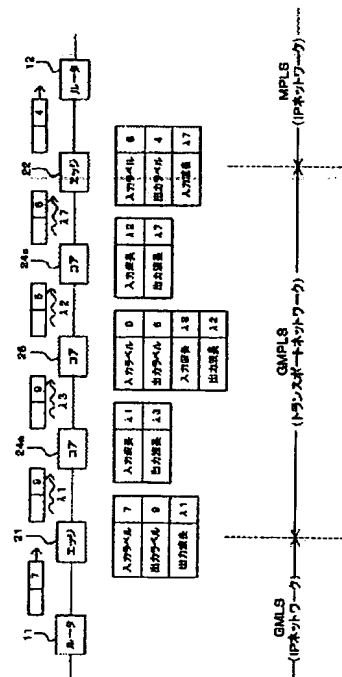
【 図 1 7 】

第3の実施形態におけるシグナリングのシーケンスを示す図



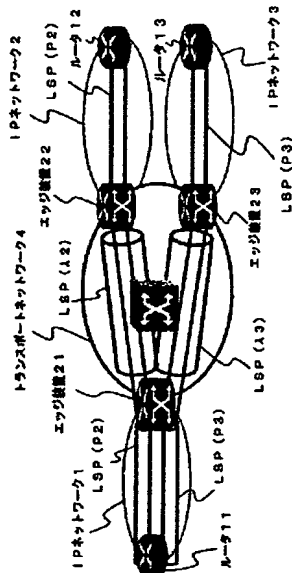
【 図 1 8 】

第3の実施形態の方法により確立されたパスを利用してパケットを転送する動作の実施例



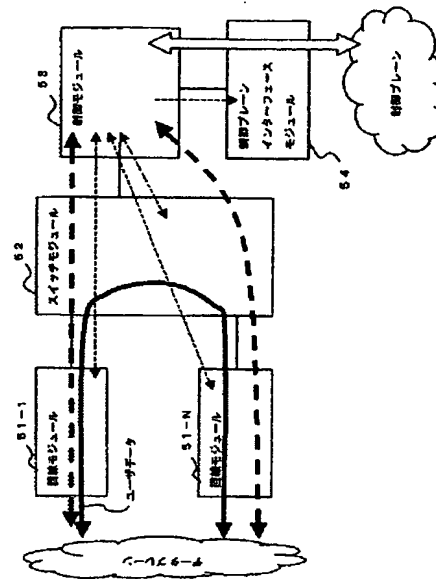
【図 19】

本発明のネットワーク間接続方法の実施例



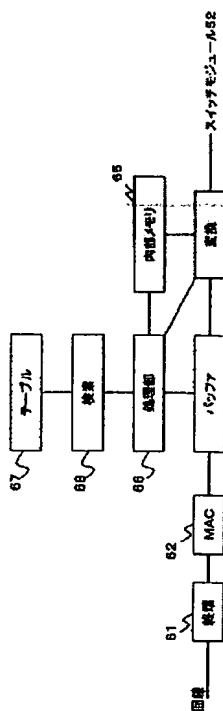
【図 20】

MPLSおよびGMPLSの双方をサポートする装置の構成を示す図



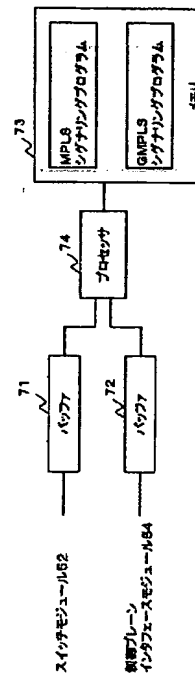
【図 21】

回線モジュールの構成図



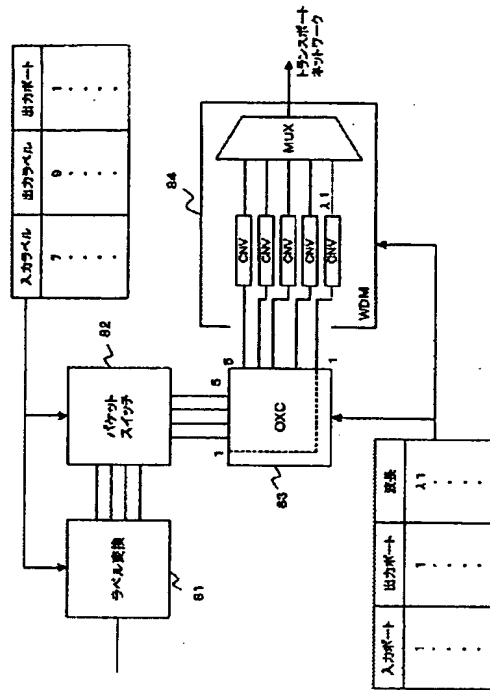
【図 22】

制御モジュールの構成図



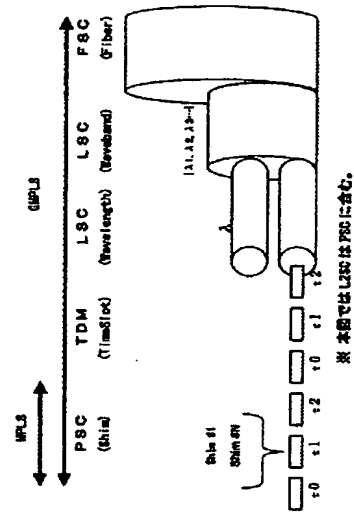
【 図 2 3 】

エッジ装置の構成および動作を模式的に示す図



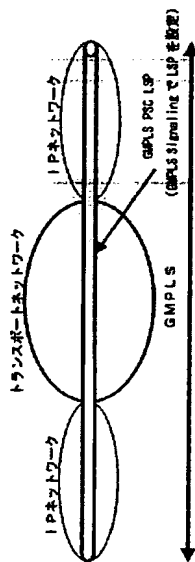
【 図 2 4 】

MPLSからGMPLSへの拡張について説明する図



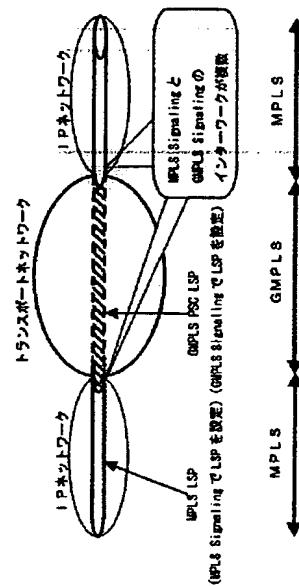
【 図 2 5 】

GMPLSにより設定されるパスを示す図



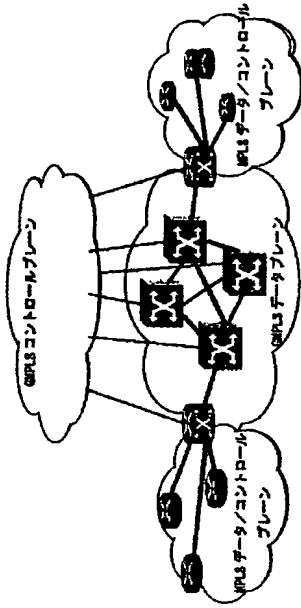
【 図 2 6 】

従来の技術においてMPLSネットワークとGMPLSネットワークとを接続する際の問題を説明するための図



【 図 2 7 】

MPLSおよびGMPLSの制御プレーンを示す図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.